

Année 1955

THÈSE

40

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

DESRUENNES DE QUENTAL Monique

née le 4 Janvier 1928 à Péronne (Somme)

Présentée et soutenue publiquement le

1955

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES OXYMÈTRES et de L'OXYMÈTRE DE WOOD en particulier

OXYMÈTRE DE WOOD ET HIBERNATION EN CHIRURGIE DIGESTIVE A THORAX OUVERT

Travail de la Clinique Chirurgicale " Adultes "
du Professeur Émile DELANNOY

Cité Hospitalière de Lille

Président : M. Pierre MOULONGUET, Professeur

IMPRIMERIE DOURIEZ-BATAILLE

5, rue Jacquemars-Giélée à LILLE

1955

Année 1955

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

DESRUENNES DE QUENTAL Monique

née le 4 Janvier 1928 à Péronne (Somme)

Présentée et soutenue publiquement le

1955

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES OXYMÈTRES et de L'OXYMÈTRE DE WOOD en particulier

OXYMÈTRE DE WOOD ET HIBERNATION EN CHIRURGIE DIGESTIVE A THORAX OUVERT

Travail de la Clinique Chirurgicale " Adultes "
du Professeur Émile DELANNOY

Cité Hospitalière de Lille

Président : M. Pierre MOULONGUET, Professeur

IMPRIMERIE DOURIEZ-BATAILLE

5, rue Jacquemars-Giélée à LILLE

1955

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Baudouin, Brindeau, Cadenat, Carnot, Chabrol, Chevassu, Chiray, Clerc, Delbet, Gougerot (H.), Guillaïn, Harvier, Laubry, Lemaître, Lemierre, Lhermitte, Lian, Loeper, Marion, Mathieu, Mocquot, Mulon, Olivier (E.), Ombrédanne, Sannié, Sézary, Tenon.

DOYEN Léon BINET.
Membre de l'Institut
ASSESEUR Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	Hôtel-Dieu	CORDIER (G.)
Anatomie pathologique	Broussais	DELARUE (A.)
Bactériologie	Salpêtrière	GASTINEL (P.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	Cochin	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale		VERNE (J.)
Cancérologie médicale et sociale		HUGUENIN (R.)
Carcinologie		OBERLING (C.)
Chimie médicale		N...
		BROCQ (P.)
Cliniques chirurgicales	Hôtel-Dieu	DE GAUDART-D'ALLAINES (F.)
	Broussais	MONDOR (H.)
	Salpêtrière	QUÉNU (J.)
	Cochin	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique		DONZELOT (E.)
Clinique de cardiologie		FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie infantile et d'orthopédie		MONOD (R.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire		BERNARD (E.)
Clinique de la tuberculose		PETIT-DUTAILLIS (D.)
Clinique de neuro-chirurgie		LELONG (M.)
Clinique de puériculture		DEGOS (R.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques		CHEVALLIER (P.)
Clinique des maladies du sang		ALAJOUANINE (T.)
Clinique des maladies du système nerveux		DEBRÉ (R.)
Clinique des maladies des enfants		MOLLARET (P.)
Clinique des maladies infectieuses		DELAY (J.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale		FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique gynécologique		BÉNARD (H.)
	Hôtel-Dieu	LAROCHE (G.)
Cliniques médicales	Bichat	MOREAU (R.)
	Cochin	DE GENNES (L.)
	Broussais	JUSTIN-BESANCON (L.)
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique		PASTEUR VALLERY-RADOT
Clinique médicale propédeutique		BOULIN (R.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition		LANTUEJOUL (P.)
	Tarnier	LEVY-SOLAL (E.)
Cliniques obstétricales	Baudelocque	LACOMME (M.)
	Port-Royal	VELTER (E.)
Clinique ophtalmologiques		AUBIN (A.)
Clinique oto-rhino-laryngologique		RICHEL (C.)
Clinique physio-pathologique des problèmes alimentaires (chaire à titre personnel)		HEUYER (C.)
Clinique psychiatrique infantile		COSTE (P.)
Clinique rhumatologique et sociale		DECHAUME (M.)
Clinique stomatologique		SÈNEQUE (J.)
Clinique thérapeutique chirurgicale		LEMAIRE (A.)
Clinique thérapeutique médicale		FEY (B.)
Clinique urologique		GIROUD (A.)
Embryologie		LAMY (M.)
Génétique		MOUQUIN (M.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie		CHAMPY (C.)
Histologie		CATHALA (J.)
Hygiène et clinique de la première enfance		JOANNON (C.)
Hygiène et médecine préventive		DESOILLE (H.)
Médecine du Travail		PIÉDELIEVRE (R.)
Médecine légale		GALLIARD (H.)
Parasitologie et histoire naturelle médicale		MÉNÉGAUX (G.)
Pathologie chirurgicale		LAVIER (G.)
Pathologie exotique		LENÈGRE (J.)
Pathologie expérimentale et comparée		MERKLEN (F.-P.)
Pathologie humorale et immunologie expérimentale (Chaire à titre personnel)		BARIÉTY (M.)
Pathologie médicale		GARCIN (J.)
Pathologie et thérapeutique générales		MARIE (J.)
Pédiatrie Sociale		HAZARD (R.)
Pharmacologie et matière médicale		DOGNON (A.)
Physico-chimie médicale (Chaire à titre personnel)		BINET (L.)
Physiologie		STROHL (A.)
Physique médicale		DESGREZ (H.)
Radiologie médicale		MOULONGUET (P.)
Technique chirurgicale		TURPIN (R.)
Thérapeutique		

**II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE
MAITRES DE CONFÉRENCES-AGRÉGÉS ET AGRÉGÉS**

MM.		MM.	
Anatomie	{ DEBEYRE (J.) DELMAS (A.) Pr. s. ch.	Pathologie chirurgicale	{ HUGUIER (J.) LAURENCE (G.) LEGER (L.) LORTAT-JACOB (J.) OLIVIER (Cl.) PADOVANI (P.) POILLEUX (M.) ROUX (M.) RUDLER (J.-C.) VERNE (J.-M.)
Anatomie pathologique ...	{ N... GAUTHIER-VILLARS (M ^{lle} P.) Pr. s. ch. BUSSER (F.) GOUYGOU (C.)	Pathologie expérimentale .	{ N...
Bactériologie	{ FASQUELLE (R.) NEVOT (A.)		{ BERNARD (J.) BOUDIN (G.) CASTAIGNE (P.) CONTE (M.) DECOURT (J.) DOMART (A.) DREYFUS (Gilbert) FAUVERT (R.) HAMBURGER (J.) KOURILSKY (R.) LAMOTTE (M.) LAROCHE (C.) MILLIEZ (P.) PÉQUIGNOT (H.) PERRAULT (M.) RAMBERT (P.) THIEFFRY (St.) TURIAT (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)		{ JOSEPH (R.) LAPLANE (R.) N...
Chimie médicale	{ ETTORI (J.) Pr. s. ch. JAYLE (M.-F.) Pr. s. ch. SCHAPIRA (G.)	Pédiatrie	{ LÉVY (M ^{lle} J.) Pr. s. ch. CHEYMOL (J.-H.) Pr. s. ch.
Dermato-Syphillographie	DUPERRAT (F.)	Pharmacologie	{ BARGETON (D.) Pr. s. ch. PARROT (J.-L.)
Histologie	{ BULLIARD (H.) Pr. s. ch. COUJARD (R.) N...	Physiologie	{ DJOURNO (A.) Pr. s. ch. GOUGEROT (L.)
Hydrologie	DEBRAY (C.)	Physique médicale	{ KREIS (B.)
Hygiène	{ BOYER (J.) DEPARIS (M.)	Pneumo-Phtisiologie	BARUK (H.)
Médecine légale et du travail	{ DEROBERT (L.) GAULTIER (M.) HADENGUE (A.)	Psychiatrie	MICHAUX (L.)
Neurochirurgie	DAVID (M.)	Psychiatrie infantile	{ CERNÉA (P.) CHAPUT (M ^{me} A.)
Neurologie	SEZE (S. de)	Stomatologie	PERRAULT
	{ GRASSET (J.) LEPAGE (F.) MAYER (M.) MERGER (R.) MORIN (P.) RAVINA (J.) VARANGOT (J.)	Thérapeutique	chargé de l'enseignement
Obstétrique	{ OFFRET (G.) DESVIGNES (P.)	Urologie	EUSS (R.)
Ophthalmologie	JUDET (R.)		
Orthopédie	HALPHEN (E.) Pr. s. ch.		
Oto-rhino-laryngologie	{ AUBRY (M.) MADURO (R.)		
Parasitologie	{ BRUMPT (L.) CHABAUD (A.)		
Pathologie chirurgicale	{ ABOULKER (P.) BAUMANN (J.) GOSSET (J.)		

**III. — PROFESSEURS HONORAIRES ET AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE
pour le service des examens**

MM. BRINDEAU (A.) (Obstétrique), GATELLIER (J.) (Clinique chirurgicale)
LE LORIER (V.) (Obstétrique), VAUDESCAL (R.) (Obstétrique)

**IV. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE
à titre permanent**

MM.		MM.	
Clinique chirurgicale	{ AMELINE (A.) PATEL (J.) SICARD (A.)	Clinique médicale	{ HAGUENAU (M.) Pr. s. ch. MARCHAL (G.) SOULIÉ (E.)
Clinique médicale	{ BROUET (G.) CACHERA (R.)	Clinique obstétricale	ECALLE (G.)
		Clinique ophthalmologique .	RENARD (G.)
		Clinique urologique	COUVELAIRE (R.)
Secrétaire général de la Faculté	MOREL (J.)		
Secrétaire	M ^{lle} CHAINTREUIL (G.)		
Conservateur, chargé de la direction	Docteur HAHN (A.)		
Conservateur	M ^{lle} GOICHON		
Bibliothécaires	{ M ^{lles} DUMAITRE (P.), LE NOIR (G.), MÉTIN (F.), QUIÉVREUX (E.)		

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

La tendresse dont vous m'avez
toujours entourée a été le témoignage
constant de votre amour, puisse ce
travail être celui de ma reconnaissance.

A MON MARI, A MES ENFANTS

Avec tout mon amour.

A MA TANTE

Avec ma profonde gratitude pour
tout ce que tu m'as donné.

A TOUS LES MIENS

Au Docteur Charles GALLOUEDEC

Pour votre amitié qui ne s'est
jamais démentie.

A MON PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur Pierre MOULONGUET
Chevalier de la Légion d'Honneur
Membre de l'Académie de Chirurgie
Professeur de Technique Chirurgicale
Chirurgien des Hôpitaux

Mon cher Maître,

Vous m'avez fait l'honneur
d'accepter la Présidence de cette Thèse,
je vous en remercie comme je vous remercie
de l'accueil bienveillant que vous m'avez
réservé.

A MES JUGES



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153726_0003

A Monsieur le Professeur Emile DELANNOY
Chevalier de la Légion d'Honneur
Membre de l'Académie de Chirurgie
Membre correspondant de l'Académie de Médecine
Professeur de Clinique Chirurgicale
à la Faculté de Médecine de Lille
Chirurgien des Hôpitaux

Mon cher Maître,

Pendant deux années, j'ai bénéficié dans votre Service de votre enseignement prestigieux, et c'est grâce à vous que j'ai pu y réaliser ce travail. Je vous suis profondément reconnaissante de la confiance et de l'intérêt que vous m'avez toujours témoignés, et suis heureuse de pouvoir vous en rendre hommage aujourd'hui publiquement.

A Monsieur le Professeur Pierre RAZEMON
Chevalier de la Légion d'Honneur
Membre de l'Académie de Chirurgie
Professeur de Technique chirurgicale
à la Faculté de Médecine de Lille
Chirurgien de l'Hôpital Calmette

Mon cher Maître,

Je suis heureuse d'avoir pu bénéficier de votre enseignement de l'Anesthésiologie et je vous en remercie.

AUX MEMBRES DE L'EQUIPE
D'ANESTHESIE-REANIMATION
du Service du Professeur DELANNOY

- Docteur Pierre BASTIN
Médecin Assistant des hôpitaux

Je vous remercie de l'aide précieuse
que vous m'avez apportée dans ce travail,
et des conseils que vous n'avez cessé de
me prodiguer.

- Docteur Eloi FIEVEZ

Pour votre amitié et votre aide
bienveillante.

- Docteur Simone BOUSIGUES

Avec toute mon amitié.

- Mademoiselle Thérèse VERHEYDE
et les infirmières du "choc"

En hommage à votre dévouement
inlassable.

AUX AUTRES MEMBRES DE L'EQUIPE
D'ANESTHESIE-REANIMATION DE LA CITE

- Docteur Yolande LAGACHE
- Docteur Jacques DRUARD
- C.CLAUDOT, en souvenir de notre travail commun.
- Les infirmières aide d'ANESTHESIE-REANIMATION

A MES AMIS ANESTHESIOLOGISTES LILLOIS

I N T R O D U C T I O N

"L'oxymétrie est une méthode de mesure de la saturation oxygénée du sang".

Son principe établi par LANGE en 1930, la première mesure photoélectrique de l'oxyhémoglobine sanguine aurait été pratiquée par NICHOLAI en 1932 ; puis en 1934, KRAMER (97-98-99) l'appliquait à l'homme, suivi de MATTHES (II5-II6-II7-II8-II9-I20) en 1935. Enfin, MILLIKAN (I24) reprenant l'étude de la question (I933-I942), réalisait un dispositif destiné à surveiller l'apparition de l'anoxie chez les aviateurs (5), volant à très haute altitude (diminution de la pression partielle de l'oxygène atmosphérique) ; une cellule photoélectrique de petite taille, adaptée au casque et fixée au lobe de l'oreille, provoquait l'allumage d'une lampe rouge sur le tableau de bord dès que le taux d'oxygène sanguin diminuait de façon importante (I6). Les aviations militaires des pays belligérants utilisèrent largement cette méthode de 1940 à 1945 (33).

Quel est donc le principe :

C'est celui de toutes les mesures colorimétriques : une lumière sensiblement monochromatique traversant une solution colorée est

plus ou moins absorbée par cette solution. L'intensité de la lumière qui a traversé ou a été réfléchiée par la solution colorée est différente de l'intensité de la lumière incidente. Cette différence d'intensité est due à l'absorption subie par cette lumière, et, par suite, est fonction de la couleur de la solution.

Après avoir traversé la solution colorée, cette lumière vient impressionner une cellule photoélectrique qui produit plus ou moins d'électricité suivant l'intensité de la lumière. Cette cellule est reliée à un galvanomètre qui mesure l'intensité du courant produit ; en définitive, la déviation du spot lumineux galvanométrique est une fonction directe de la couleur de la solution.

Les mesures oxymétriques utilisent ce principe : le sang change de couleur suivant son oxygénation, et la mesure de sa couleur est une mesure de son taux d'oxygénation (I70).

De façon plus précise : dans une certaine bande de lumière, dont les longueurs d'ondes extrêmes sont 6.000 et 7.500 Angstroems ($\text{\AA}$) (spectre rouge) "l'oxyhémoglobine (HbO) absorbe moins de lumière rouge que l'hémoglobine réduite (Hb)" ;

On peut donc apprécier le degré d'oxygénation d'une couche de sang d'épaisseur constante, et déceler les variations de sa densité optique vis à vis de la lumière rouge lorsque le sang passe de l'état oxygéné à l'état réduit, et inversement.

Il n'entre pas dans nos intentions de rappeler la physiologie de l'hématose ou les notions de physiopathologie des anoxies, il suffira éventuellement de se reporter à l'excellent exposé de M.BEURTON (I6), ou aux traités classiques (I28). Ce que nous avons

voulu, c'est apporter une documentation pratique aux cliniciens que l'oxymétrie pourrait intéresser, d'abord par une bibliographie de la question aussi complète que possible à ce jour, puis par l'énumération des oxymètres existants, la description des principaux et des meilleurs, leur construction et conditions d'emploi, leur critique, et l'énumération de leurs applications.

Enfin, nous apportons les résultats de l'observation des courbes oxymétriques que nous avons tracées à l'aide de l'oxymètre de WOOD (modifié S.A.F.A.S.) chez des malades hibernés, ayant subi des interventions de chirurgie digestive à thorax ouvert.

LES OKYMETRES

-

Parmi les appareils permettant de mesurer photoélectriquement la saturation en oxygène du sang artériel, nous connaissons :

- Le PULFRICH step photometer (94) pour dosage dans le sang.
- L'oxyhémomètre de KRAMER (33) : à l'extrémité distale d'une sonde cardiaque se trouve une cellule photoélectrique avec une petite source de lumière, pouvant ainsi mesurer la saturation oxygénée du sang à des endroits différents du système vasculaire.

Rappelons que KRAMER (1934) étudia le premier, in vivo et in vitro, les variations du taux de l'oxyhémoglobine. Il montra que la loi de BEER sur l'absorption de l'hémoglobine, peut s'appliquer aux solutions d'hémoglobine (in vitro) comme à l'hémoglobine contenue dans les globules rouges (in vivo) - (16).

- L'oxymètre de PAUL (150).
- L'oxyhémomètre IFRAS N° 2 (131).

Et, en premier lieu, parmi les plus importants :

L'OXYMETRE DE BRINKMAN (25-27-28-29-I39-I70)

Cet appareil substitue à l'habituelle mesure par transmission une mesure par réflexion de la lumière sur la couche sanguine ; en réalité, l'oxymètre de BRINKMAN désigne deux appareils distincts, l'un pour la mesure in vitro (hémoréflexeur), l'autre pour la mesure in vivo (cyclope).

- L'hémoréflexeur. Une lumière monochromatique, après réflexion sur le sang contenu dans une cuve équipée d'une fenêtre à faces parallèles, impressionne une cellule photoélectrique reliée à un galvanomètre.

Une deuxième cellule photoélectrique, dite "de compensation" élimine les déviations dues à la réflexion propre de la cuve.

Le galvanomètre, après étalonnage avec du sang saturé en oxygène et du sang réduit, permet de lire directement le taux de saturation en oxygène d'un échantillon quelconque de sang artériel.

- Le cyclope. est un appareil de mesure pouvant être mis en place sur une partie quelconque du corps, habituellement le front.

Il comporte une source de lumière permettant de donner à volonté une lumière monochromatique soit verte soit rouge. La lumière émise

est réfléchi sur une cellule photoélectrique par la région irriguée par le sang sur lequel on veut faire la mesure.

Cet appareillage est relié électriquement à une boîte de contrôle qui permet d'éclairer à la fois :

- soit en lumière verte au I/IOe de sensibilité
- soit en lumière rouge au I/IOe de sensibilité
- soit en lumière rouge en pleine sensibilité.

La lumière verte (4.900 à 5.300 Å), n'est pas influencée par la couleur du sang (degré d'oxygénation) mais seulement par sa quantité :

quand la masse sanguine augmente, la quantité de lumière réfléchie diminue. (augmentation de masse sanguine = diminution de la déviation du galvanomètre, et inversement).

La lumière rouge (6.000 à 6.800 Å) est plus ou moins absorbée selon la couleur du sang (degré d'oxygénation) mais aussi selon la masse sanguine. Donc :

- déviation du galvanomètre en lumière rouge (fonction de la couleur et de la masse du sang)
- moins : déviation du galvanomètre en lumière verte (fonction de la masse du sang)

= un chiffre qui est fonction directe de la couleur du sang, c'est-à-dire du pourcentage d'oxyhémoglobine.

- Emploi du Cyclope.

1°) Vasodilatation cutanée de la région où l'on doit pratiquer la mesure, par application d'Histamine par Ionophorèse (I45, I60) (solution à 0,6 % de phosphate d'Histamine, courant à 1 à 2 mA) ; cette vasodilatation est nécessaire pour être certain que c'est bien le taux d'HbO du sang artériel que l'on mesure.

2°) Compression de la région sur laquelle on effectue la mesure, afin de la rendre exsangue. On règle alors l'appareil de façon à obtenir la même déviation de galvanomètre en lumière rouge et en lumière verte, ce qui élimine les facteurs parasites tels que : épaisseur ou pigmentation de la peau.

3°) La région étant de nouveau irriguée, on fait inhaler au patient de l'oxygène pur et l'on considère que l'on a établi ainsi à 100 % le taux de son HbO sanguine.

On mesure alors les déviations des galvanomètres en lumière rouge au I/IOe et en lumière verte au I/IOe, on soustrait l'une de l'autre les valeurs lues, et le chiffre obtenu est multiplié par 10. Puisque, ainsi que nous l'avons vu, la déviation du galvanomètre rouge moins la déviation du galvanomètre verte = une fonction du taux d'hémoglobine, puisque, dans le cas présent, nous avons fixé à 100 % ce taux de HbO, la résultante multipliée par 10 des mesures au I/IOe, correspond à 100 % HbO.

Exemple : Déviation rouge au I/IOe = 16 cm., déviation verte au I/IOe = 11 cm.5, différence = 4,5, multipliée par 10 = 45. Donc 45 cm correspond ici à un taux d'HbO de 100 %, le patient respirant de l'oxygène pur.

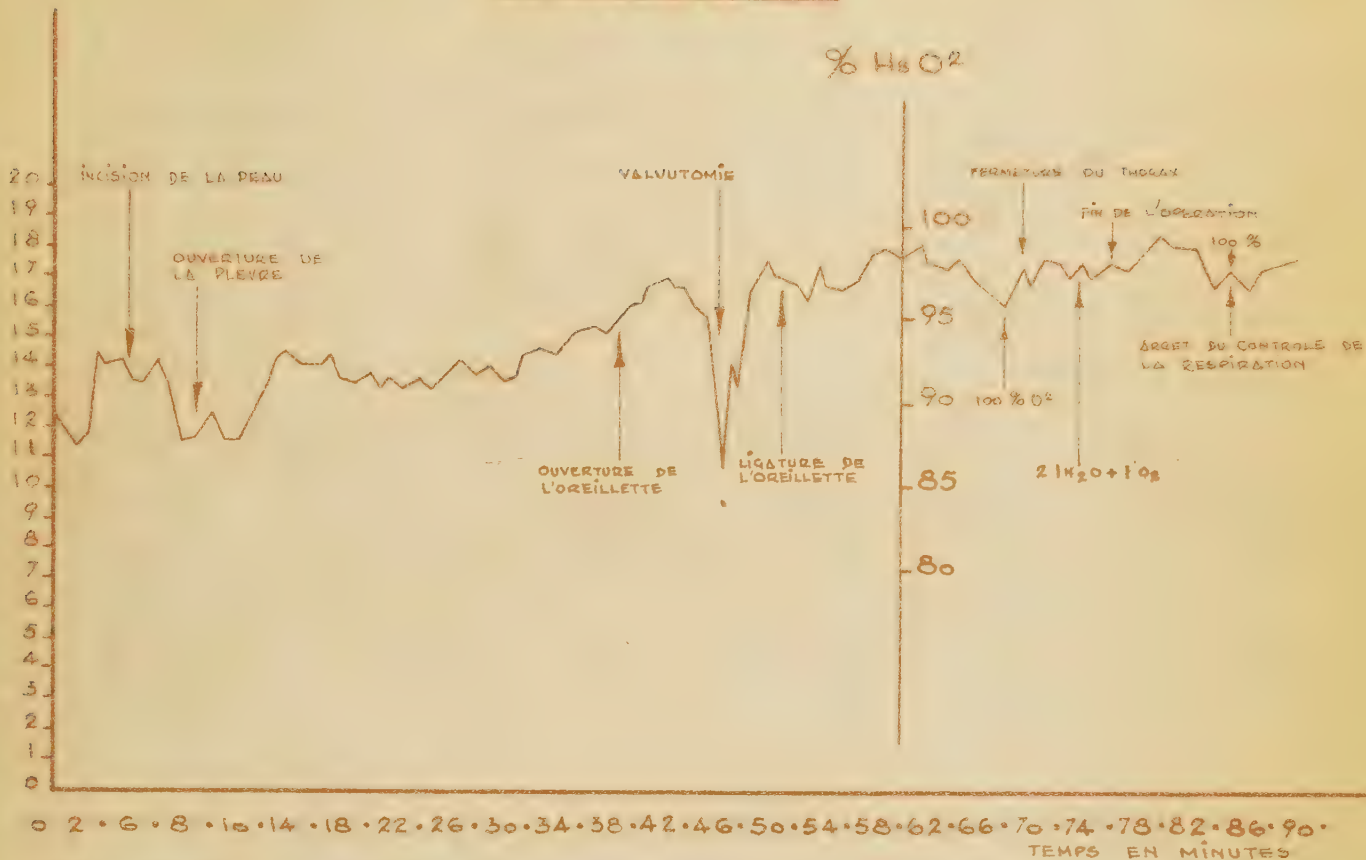
4°) On passe ensuite en lumière rouge à pleine sensibilité, et, à l'aide d'un potentiomètre on règle la déviation du galvanomètre à un chiffre arbitraire, 17 cm. par exemple. 17 cm. en lumière rouge pleine sensibilité correspondent donc à 100 % HbO.

Comme il existe "un rapport linéaire entre le logarithme de la déviation du galvanomètre et le pourcentage d'HbO", il est facile d'étalonner l'appareillage (petit disque à calcul facilite étalonnage).

On note alors toutes les minutes, sur papier millimétrique, la position du spot galvanométrique, portant en abscisse les temps, en ordonnée les déviations du galvanomètre, et l'on a par lecture directe sur le papier le pourcentage de saturation d'HbO. (figure 1 page 10).

- En plus de l'observation directe du taux d'oxyhémoglobine, l'enregistrement d'un changement de la déviation galvanométrique en lumière verte (réflexion influencée non par la couleur mais par la masse du sang) peut servir à signaler des réactions vasomotrices, soit que des réactions vasomotrices de compensation entrent en action, soit que l'équilibre vasomoteur est sur le point d'être gravement troublé (on sait que l'une des premières manifestations du choc au début est une constriction de la circulation périphérique), toutes constatations permettant donc la reconnaissance de l'imminence d'un état de choc.

FIGURE 1



COURBE TRACÉE AU COURS D'UNE VALVULOTOMIE MITRALE CHEZ UN GARÇON DE 18 ANS
(D'APRÈS BRINCKMAN)

EXEMPLE DE COURBE TRACÉE SUR PAPIER MILLIMÉTRIQUE
APRÈS ÉTALONNAGE DE L'APPAREIL COMME DÉCRIT AUX
3° ET 4° DU PARAGRAPHE "EMPLOI DU CYCLOPE" (PAGE 8)

Une des cellules est couverte d'un filtre vert WRATTEN 6I N qui laisse passer les radiations comprises entre 480 et 600 millimicrons d'une part et les radiations supérieures à 700 millimicrons d'autre part. (en fait il n'y a pas une cellule verte mais il en existe deux identiques) montées en parallèle, et disposées de part et d'autre du second type de cellule que nous étudierons plus loin).

Cette "cellule verte" répond en réalité aux longueurs d'onde du proche infra-rouge (near infrared). En effet, l'oreille absorbe pratiquement toute longueur d'onde plus courte que 600 millimicrons (I20, GERACI, WOOD) et la réponse de la cellule est pratiquement nulle pour toute radiation supérieure à 850 millimicrons. Donc, cette cellule (que nous appellerons infra-rouge et non verte) n'est activée que par la lumière d'une longueur d'onde d'approximativement 800 millimicrons. Puisque l'hémoglobine réduite et l'oxyhémoglobine transmettent cette catégorie de radiations (8.000 Å) à un degré pratiquement identique (II8,89), le courant produit par la cellule est fonction :

- de l'épaisseur et de la pigmentation de l'oreille
- de la quantité de sang contenue dans les capillaires

pour ce système optique, et il est indépendant du degré d'oxygénation de ce sang.

L'autre cellule photoélectrique est couverte d'un filtre (ou écran) rouge WRATTEN 29 F, qui est perméable aux radiations comprises entre 600 et 750 millimicrons. Le pourcentage de transmission de ces radiations rouges est ici très différent, selon qu'il s'agit de l'oxyhémoglobine ou de l'hémoglobine réduite (97-98).

Partant, le courant produit par cette cellule rouge est fonction :

- de l'épaisseur et de la pigmentation de l'oreille
- de la quantité de sang contenu dans les capillaires
- mais aussi du degré d'oxygénation de ce sang.

dans le trajet de la lumière.

Si les tissus de l'oreille et la quantité de sang y contenu sont constants, le courant produit par la cellule est fonction de la saturation en oxygène du sang interposé dans le système optique de la pièce d'oreille (98,II6).

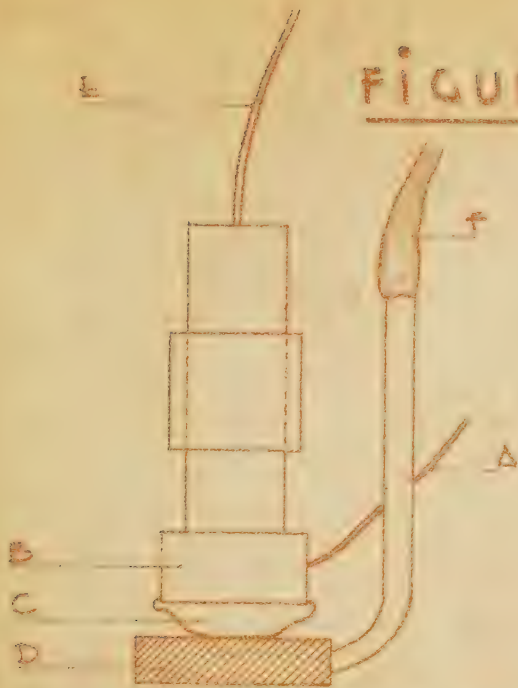
Dans l'oxymètre de MILLIKAN la quantité de tissus de l'oreille et la quantité de sang se trouvant sur le trajet de la lumière, sont compensés en réglant le spot à une valeur connue de saturation (98 ou 100 %) alors que le sujet, qui respire de l'air ou de l'oxygène pur porte déjà à l'oreille la pièce d'oreille. Les variations de volume du sang dans le système optique sont alors compensées automatiquement par la mise en opposition du courant issu de la cellule infra-rouge et du courant émis par la cellule rouge.

L'oxymètre de WOOD est basé sur les mêmes caractéristiques de transmission spectrale de l'hémoglobine que l'oxymètre de MILLIKAN. Mais il diffère en ce qui concerne :

- le type de la pièce d'oreille
- l'écran de la cellule infra-rouge
- les circuits électriques utilisés.

La pièce d'oreille (figure 2 page I5) diffère de celle de MILLIKAN en ce sens que la source de lumière, au lieu d'être fixe, est incluse à l'intérieur d'un cylindre, et peut être fixée en toute sécurité dans la position désirée sur l'oreille.

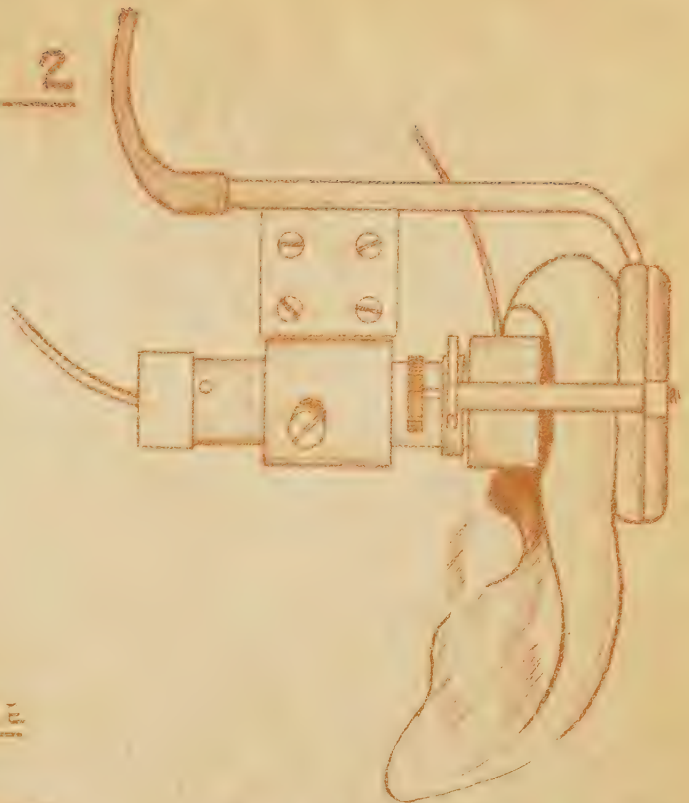
FIGURE 2



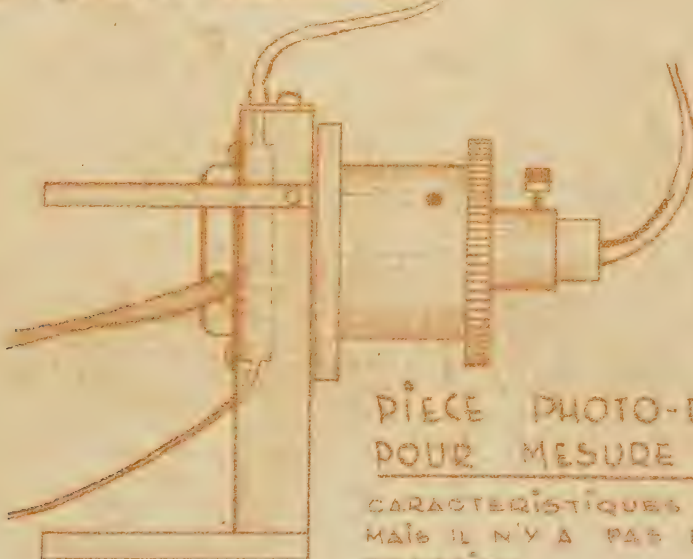
SCHEMA DE LA PIÈCE D'OREILLE

LEGENDE

- A. ARRIVÉE D'AIR SOUS PRESSION (#20% MERCURE)
DE LA CAPSULE DE PRESSION
- B. CAPSULE DE PRESSION
- C. CAOUTCHOUC GONFLABLE (COMPRESSIF)
DE LA CHAMBRE DE PRESSION
- D. LOGEMENT DES CELLULES PHOTO-ELECTRIQUES
- E. FIL D'ALIMENTATION DE LA SOURCE
CONSTANTE DE LUMIÈRE
- F. COURANT ISSU DES CELLULES
PHOTO-ELECTRIQUES (VERS LES GALVANOMETRES)

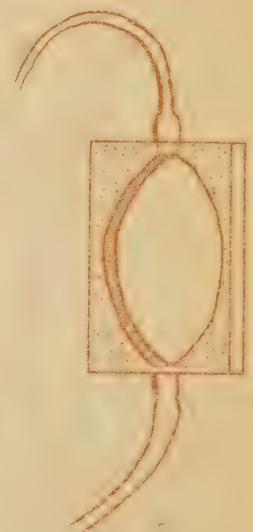


PIÈCE D'OREILLE EN PLACE

PIÈCE PHOTO-ELECTRIQUE
POUR MESURE IN-VITRO

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES IDENTIQUES,
MAIS IL N'Y A PAS DE CHAMBRE DE
PRESSION

L'OREILLE DANS CET APPAREIL EST
REMPLACÉE PAR UNE PETITE CELLULE
DE VERRE DANS LAQUELLE CIRCULE
LE SANG ARTERIEL PRÉLEVÉ.



L'extrémité de ce cylindre qui vient au contact de l'oreille contient une chambre à l'abri de l'air, la capsule de pression. La surface de cette capsule, en regard de la loupe est en verre, tandis que la surface qui doit entrer en contact avec l'oreille est recouverte d'un mince caoutchouc translucide ; l'absorption par cette capsule, de la lumière émise par la lampe, est relativement faible. Un fin tube en polyvinyl aboutit à l'intérieur de la chambre, et se trouve relié à l'extérieur, à une poire en caoutchouc et à un manomètre à mercure.

Quand la pièce d'oreille est mise en place, le cylindre abritant l'ampoule électrique est ajusté de telle façon que son extrémité recouverte de la membrane élastique s'applique contre la surface de la conque de l'oreille, bien au contact, mais cependant sans serrer. Dès lors, quand on établit dans la chambre de pression une pression au moins équivalente à celle de la tension artérielle ($\neq$ 200 mm.mercure) l'oreille est comprimée entre la membrane élastique gonflée d'une part, et la surface plane qui protège les systèmes photoélectriques d'autre part, de sorte que le sang est chassé de la portion de l'oreille située dans le trajet lumineux de la pièce d'oreille.

Les cellules photoélectriques sont surmontées d'une ouverture circulaire d'un diamètre de 12 mm, diamètre inférieur de 8 mm à celui de la surface de la chambre de pression ; de cette façon on est assuré que toute la lumière atteignant les cellules a été transmise à travers une portion de l'oreille ayant été effectivement et efficacement comprimée par la capsule élastique.

Un écran de gélatine WRATTEN '87 infra-rouge qui remplace dans l'oxymètre de WOOD l'écran WRATTEN 6I N (MILLIKAN) pour les raisons que nous avons déjà énoncées, recouvre la cellule infra-rouge.

Les courants électriques émis par les cellules rouge et infra-rouge sont mesurés par des galvanomètres séparés, d'une sensibilité telle que 0,0006 microampères donnent une déviation de l'aiguille de 1 mm (figure 3 page 18).

- Manoeuvres du MILLIKAN

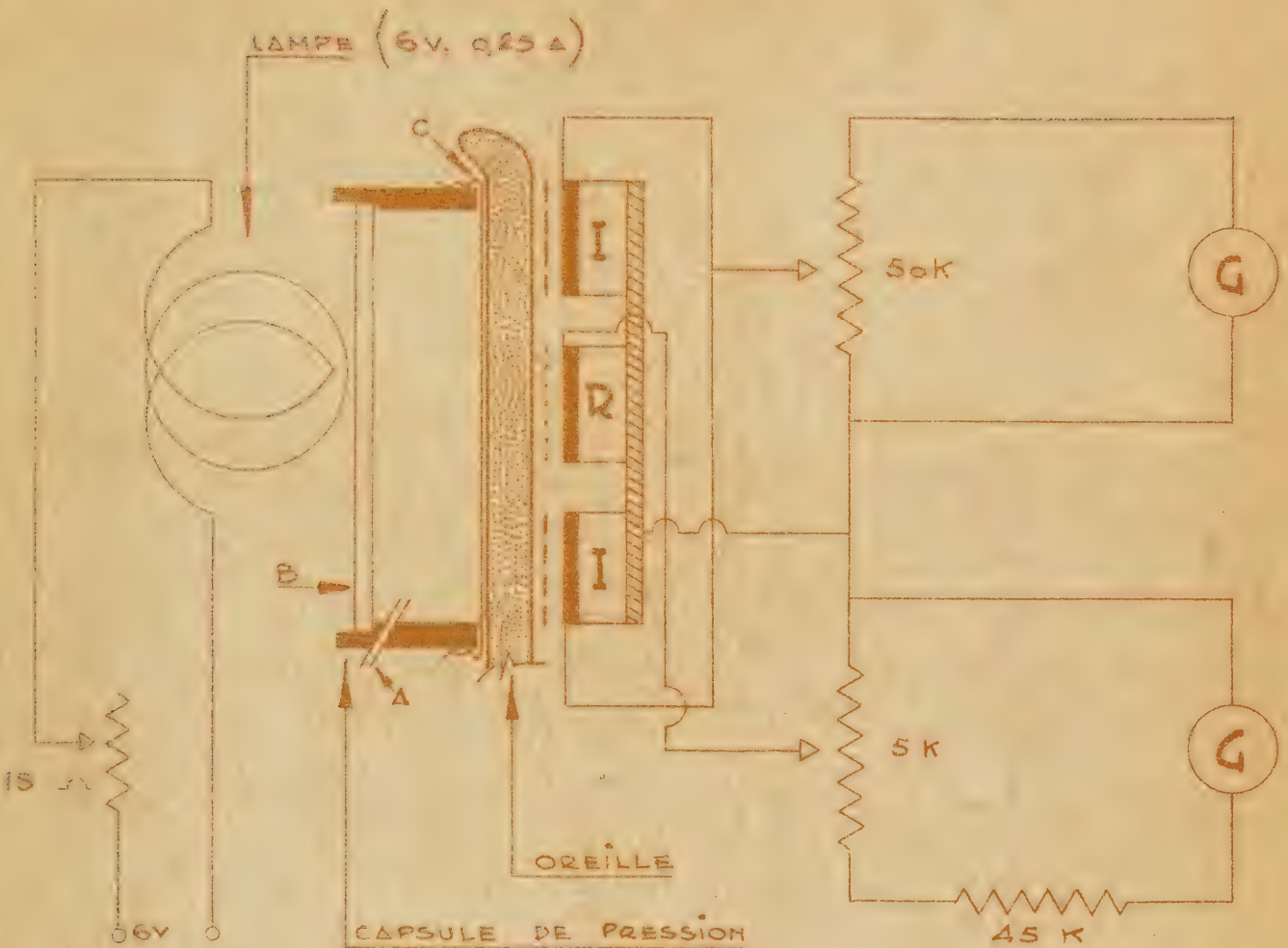
a) On procède d'abord à un premier réglage de l'appareil : la pièce d'oreille étant mise sur un filtre rouge de référence, on règle, au moyen de deux potentiomètres les positions extrêmes du spot lumineux (50 % et 100 %). Ce réglage effectué ne sera plus modifié au cours de la mesure actuelle.

b) La pièce d'oreille est alors mise en place sur le lobule ou la conque de l'oreille, et, le patient respirant de l'air en hyperpnée volontaire, ou normalement de l'oxygène pur, le spot est réglé à 98 % au moyen d'un troisième potentiomètre. Ce réglage restera également inchangé pendant toute la durée de l'expérience.

c) Chez les malades suspects d'avoir une hypoxémie artérielle latente, il est nécessaire, le sujet respirant normalement de l'oxygène pur, de pratiquer une ponction artérielle et de doser chimiquement la saturation sanguine (HALDANE, VAN SLYKE (153), SCHOLANDER). Le chiffre obtenu servira au réglage de départ du spot, au moyen du troisième potentiomètre.

Ces réglages étant effectués, il suffit de lire directement en % de saturation, les variations du spot lumineux pendant toute la durée de la mesure.

FIGURE 3



CIRCUIT ELECTRIQUE DE L'OXYMETRE DE WOOD (D'APRES WOOD ET GERACI)

LEGENDE

- A. ORIFICE DE GONFLAGE DE LA CHAMBRE DE PRESSION
- B. LAME DE VERRE
- C. CAOUTCHOUC DE LA CHAMBRE DE PRESSION
- G. GALVANOMETRES
- I. CELLULES PHOTO-ELECTRIQUES AU SELENIUM-FER RECOUVERTES DES FILTRES INFRAROUGE WRATTEN 87 (TIRETS)
- R. CELLULE PHOTO-ELECTRIQUE AU SELENIUM-FER RECOUVERTE D'UN FILTRE ROUGE WRATTEN 29 F (POINTILLE)
- 50K. POTENTIOMETRE D'AJUSTEMENT DU COURANT ISSU DES CELLULES INFRAROUGES.
- 5K. POTENTIOMETRE D'AJUSTEMENT DU COURANT ISSU DE LA CELLULE ROUGE.

- Construction de la courbe d'étalonnage de l'oxymètre de WOOD
(double scale)

Nous allons décrire la manière dont WOOD et GERACI ont établi une courbe générale d'interprétation, valable pour leur type d'oxymètre en général ; il est souhaitable que le possesseur d'un oxymètre de WOOD refasse la courbe spécifique de l'appareil dont il est appelé à disposer, qu'il "étalonne" son appareil.

1°) Technique générale (I6I)

On place dans le trajet lumineux d'intensité constante de la pièce d'oreille un filtre-test E-I00 dont les caractéristiques d'absorption de la lumière se rapprochent approximativement de celles d'une oreille dont le sang artériel serait saturé à 90 % d'oxygène et on laisse chauffer l'ampoule contenue dans cette ear-piece. Les résistances des deux galvanomètres (R et IR) sont réglées de façon à obtenir une déviation égale des aiguilles (50 à 70 mm, qui correspondent à la densité optique anticipée d'une oreille dans laquelle circulerait un sang saturé à 90 % d'oxygène).

On fait alors des lectures successives en intercalant l'un après l'autre dans l'ear-piece les filtres-tests.

E-I00 (≠ oreille à sang artériel à 90 % O₂)

E-C (≠ oreille exsangue)

ER (≠ oreille à sang artériel à 30 % O₂)

Ces mesures sur filtres-tests n'ont qu'un intérêt de contrôle de la stabilité de l'appareil pendant l'expérience ; une fois terminées les mesures sur l'oreille humaine, dont nous allons voir la procédure, on refait des mesures successives avec les seuls filtres E-I00 puis E-C, puis ER et les mêmes chiffres qu'à la première lecture doivent être retrouvés.

La pièce d'oreille est maintenant mise en place sur l'oreille :

- On note les déviations des galvanomètres de 60 secondes en 60 secondes jusqu'à stabilité des chiffres obtenus ; l'oreille est alors maintenant complètement "artériolisée" (10 minutes sont en général nécessaires).

- On gonfle ensuite la capsule de pression à 200 mm de mercure et les lectures des déviations sont faites de 30 secondes en 30 secondes pendant 5 minutes (rouge et infra-rouge "anémisé" : Ra et IRa)

- La pression est alors relâchée et l'on procède aux différentes mesures (rouge et infra-rouge "irroré" : Ri et IRi sur oreille artériolisée), le sujet respirant des mélanges air, azote oxygène à concentrations différentes.

- Pendant le prélèvement des échantillons de sang artériel (pour dosage concomittant par la méthode de VAN SLIKE), les lectures sont faites de 10 secondes en 10 secondes.

- Quand le sujet d'expérience respire des mélanges à faible taux d'oxygène les mesures sont faites de 30 secondes en 30 secondes.

- Si la durée totale de l'expérimentation excède 30 minutes, une nouvelle lecture est faite, l'oreille étant anémiée par gonflage de la capsule de pression.

2°) Calculs

"La quantité de lumière absorbée par la portion de l'oreille interposée entre la source constante de lumière et les cellules photoélectriques dans l'ear-piece, est en fonction inverse du logarithme de la déviation du galvanomètre causée par le courant issu des cellules photoélectriques".

De plus, la quantité totale de lumière absorbée par cette portion de l'oreille, est l'addition :

- de la lumière absorbée par le tissu propre de l'oreille
- et de la lumière absorbée par le sang contenu dans ce tissu.

- En conséquence, la quantité de lumière absorbée par le

sang contenu dans l'oreille est fonction de la différence entre :

- la quantité de lumière absorbée par l'oreille anémisée
- et la quantité de lumière absorbée par l'oreille artériolisée.

Donc une valeur (IRb) qui est fonction de l'absorption de la lumière infra-rouge par le sang peut être obtenue par l'équation suivante :

$$IRb = \log.IRa - \log.IRi = \log \frac{IRa}{IRi}$$

dans laquelle IRa = déviation du galvanomètre correspondant à la cellule infra-rouge, quand l'oreille est anémisée par gonflement de la capsule de pression.

IRi = déviation du galvanomètre correspondant à la cellule infra-rouge, quand l'oreille est artériolisée, "irrorée".

- De même, une valeur (Rb) qui est fonction de l'absorption de la lumière rouge par le sang interposé dans le système optique de l'ear-piece peut être obtenue par l'équation :

$$Rb = \log.Ra - \log.Ri = \log. \frac{Ra}{Ri}$$

dans laquelle Ra = déviation du galvanomètre correspondant à la cellule rouge, quand l'oreille est anémisée par gonflement de la capsule de pression.

Ri = déviation du galvanomètre correspondant à la cellule rouge quand l'oreille est artériolisée, "irrorée".

- Puisque l'absorption de la lumière par le sang, dans le proche infra-rouge (IRb), est fonction de la quantité totale d'hémoglobine contenue dans le sang,

que l'absorption de la lumière par ce sang, dans le rouge (Rb) est fonction :

- de la quantité d'oxyhémoglobine
- et de la quantité totale d'hémoglobine,

le rapport Rb/IRb sera fonction de la saturation en oxygène du sang interposé dans le système optique de la pièce d'oreille.

- Le sang étant rendu artériel par l'augmentation de son débit, due à la chaleur de l'ampoule de l'ear-piece (I24,82), l'équation Rb/IRb donne une valeur qui est fonction du pourcentage de saturation en oxygène du sang artériel. Il est facile de connaître le chiffre % de saturation artérielle en oxygène à partir de Rb/IRb en reportant la valeur calculée de Rb/IRb en abscisse de la courbe d'étalonnage (calculée expérimentalement cf. paragraphe suivant), les valeurs en % de la saturation en oxygène étant indiquées en ordonnée (figure 4 page 23).

Exemples : La lecture des galvanomètres nous donne 4 chiffres : IRa, IRi, Ra, Ri.

Le rapport Rb/IRb peut aussi s'écrire :

$$\text{Log. } \frac{Ra}{Ri} / \text{Log. } \frac{IRa}{IRi} \quad \text{ou,}$$

$$\frac{\text{Log. } Ra - \text{log } Ri}{\text{log. } IRa - \text{log } IRi} .$$

$$\begin{aligned} \text{Soit } Ra &= 307, & IRa &= 107 \\ Ri &= 198, & IRi &= 45 \end{aligned}$$

$$\text{Nous aurons } \frac{\text{log. } 307 - \text{log. } 198}{\text{log. } 107 - \text{log. } 45},$$

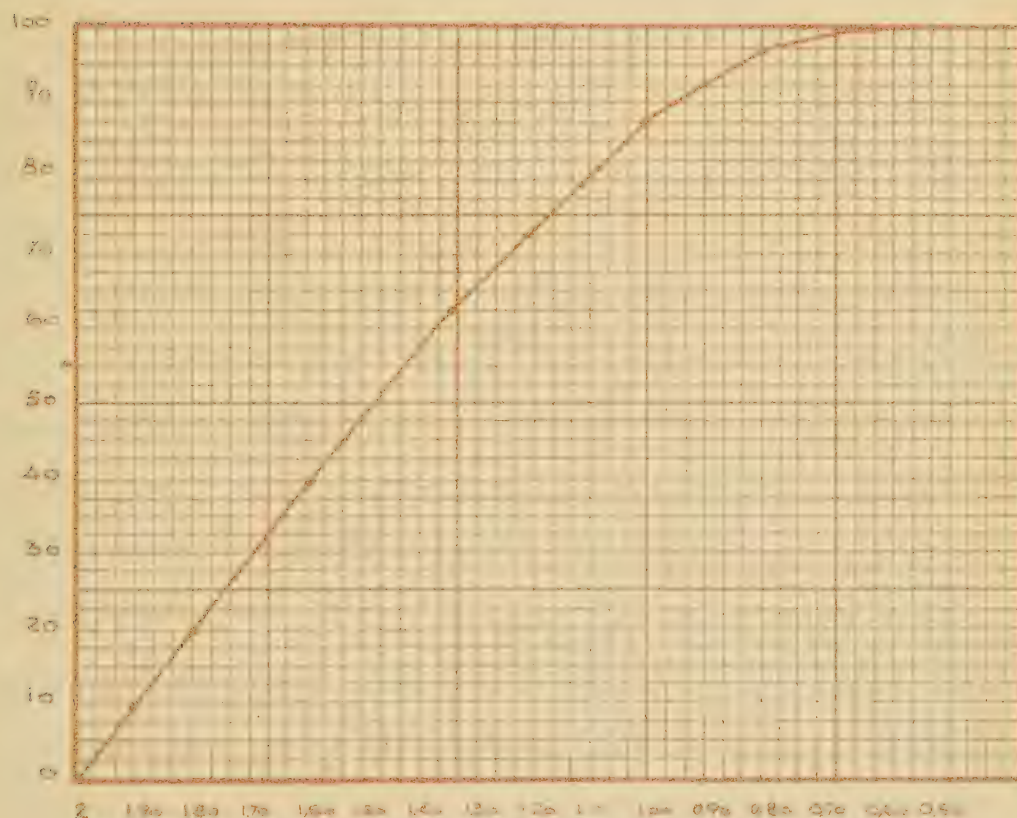
qui, calculés, donnent : 0,50.

- 0,50 porté en abscisse donnera en ordonnée à l'intersection de la courbe d'étalonnage : 100 % saturation artérielle en oxygène. (figure 4 page 23).

FIGURE 4

COURBE D'ÉTALONNAGE DE L'OXYMETRE DE WOOD

(D'APRÈS WOOD ET GERRARD)



$$\text{LOG } Q_2/Q_1 = \text{LOG}(Q_2/Q_1) \div \text{LOG}(I_{Q_2}/I_{Q_1}) = \frac{\text{LOG } Q_2 - \text{LOG } Q_1}{\text{LOG } I_{Q_2} - \text{LOG } I_{Q_1}}$$

LA VALEUR RÉSULTANT DU CALCUL, PORTÉE EN
ABSCISSE, DONNE, APRES INTERSECTION AVEC LA
COURBE, LE POURCENTAGE DE SATURATION
EN OXYGÈNE.

3°) Protocole d'établissement de la courbe (I6I)

L'étalonnage et le pourcentage d'erreur de l'oxymètre de WOOD ont été calculés par 3 séries d'expériences.

- a) Rb/IRb a été calculé par la lecture des galvanomètres à l'occasion de 35 mesures oxymétriques effectuées chez 23 sujets normaux dont l'âge a varié de 5 à 68 ans, et qui ont respiré soit l'air ambiant, soit de l'oxygène à 100 %.

Les valeurs Rb/IRb obtenues pour chaque oreille ont été considérées comme l'expression d'une saturation artérielle en oxygène de 97,9 (air respiré) et 100 % (oxygène pur respiré chez ces sujets).

Les valeurs moyennes obtenues ont été utilisées pour établir la courbe dans la région des saturations de 95 à 100 %.

- b) A l'aide d'une canule intra-artérielle à demeure (I79) des échantillons de sang artériel ont été prélevés à l'artère radiale de 5 individus normaux de race blanche, et de 5 individus normaux de race noire, après qu'ils aient respiré pendant 5 à 10 minutes chacun des mélanges gazeux suivants : air, oxygène pur, azote oxygène dans les proportions de 16,14,12,10, 8 % d'oxygène. Des mesures oxymétriques ont été pratiquées simultanément aux prélèvements de quelques 62 échantillons de sang artériel. On a fait la moyenne des chiffres de saturation obtenus par la méthode oxymétrique et on les a comparés à la moyenne des chiffres de saturation obtenus par la méthode de VAN SLIKE (échantillons de sang artériel prélevés simultanément).

- c) La même technique a été employée pour 150 prélèvements artériels effectués chez 49 sujets suspects d'être porteurs d'une

- ETALONNAGE DE L'OXYMETRE DE WOOD -

(d'après WOOD et GERACI - 161)

Sujets			Déviation du Galvanomètre (mV):						Saturation en	
			-----						du sang artériel	
			Nbre d'oreille anémisée: oreille normale: Log (Ra/Ri):						-----	
			Nbre	échan-	-----	-----	divisé par	mesure	ana-	
	de	tillons:	cellule:	cellule	cellule:	cellule:	(Ra/IRi)	photoélec-	du	
	sujets:	artériels:	rouge	Infra	rouge	Infra		trique à	par	
			Ra	IRa	Ri	IRi		l'oreille	Sly	
								A		

Sujets normaux										
inspirant de			86	82	60	49	0,700	98,9		
2 à 100 %	20	8	(51-119)	(60-105)	(33-97)	(30-72)	(0,52-0,82)	(94,6-100)	(97	

Sujets normaux										
inspirant de	23	10	87	83	57	49	0,800	96,8		
air			(51-119)	(60-105)	(30-94)	(29-73)	(0,64-0,89)	(92,4-997)	(94	

Sujets normaux										
inspirant de			83	85	52	51	0,906	91,9		
2 à 16 %	10	10	(51-113)	(60-105)	(29-73)	(33-62)	(0,83-1,00)	(86,8-95,6)	(87	

Sujets normaux										
inspirant de	5	5	71	78	41	47	1,092	80,2		
2 à 14 %			(51-103)	(60-95)	(27-56)	(34-57)	(0,99-1,20)	(72,4-867)	(74	

Sujets normaux										
inspirant de	9	9	81	84	45	50	1,117	78,3		
2 à 12 %			(51-113)	(60-105)	(26-64)	(33-60)	(0,92-1,26)	(68,8-918)	(71	

Sujets normaux										
inspirant de	10	10	84	86	43	50	1,210	72,3		
2 à 10 %			(51-113)	(60-105)	(24-63)	(32-61)	(1,12-1,28)	(668-80,5)	(67	

Sujets normaux										
inspirant de	10	10	83	85	40	49	1,340	62,3		
2 à 8 %			(51-113)	(60-105)	(23-58)	(33-61)	(1,21-1,45)	(54,2-696)	(54	

Indes suspects										
être porteurs										
hypoxie arté-	45	150	96	91	47	46	1,084	77,6		
rielle			(46-133)	(59-122)	(11-100)	(18-82)	(0,51-1,92)	(7,2-100)	(14	

Les chiffres entre-parenthèses sont les valeurs extrêmes obtenues. (Les 150 échantillons des individus suspects d'être porteurs d'hypoxie artérielle, l'ont été dans des conditions normales, en respirant des mélanges gazeux contenant de 8 à 100 % d'oxygène). L'âge moyen des sujets est d'environ 55 ans).

% :	:
1 :	:
-----:Différence :	Capacité en O ₂
se : en % des :	du sang arté-
ng : saturations:	riel exprimé
an : (B-A) :	en cc.d'O ₂ par
:	:100 cm ³ de
:	:sang
-----:	-----

9,6 :	0,8 :	19,3
3-100):	(-0,7à2,8) :	(17,8-22,4)

7,8 :	1,0 :	19,1
1-100):	(-1,9à4,0) :	(17,8-22,4)

2,8 :	0,9 :	19,2
7-97,3):	(-1,3à2,0) :	(17,9-22,4)

1,3 :	1,2 :	19,1
2-87,7):	(-0,4à2,5) :	(18,4-20,3)

0,4 :	2,1 :	19,2
5-94,9):	(-0,6à6,3) :	(17,7-22,5)

3,5 :	1,2 :	19,1
-77,9):	(-7,0à4,8) :	(17,8-22,4)

3,2 :	0,9 :	19,1
5-69,1):	(-4,9à7,6) :	(17,8-22,4)

8,1 :	0,5 :	25,9
-101):	(-8,9à12,8) :	(16,5-35,8)

s artériels prélevés chez les
s variées (au repos, en mou-
ces malades états 27 ans

hypoxémie artérielle chronique (anomalies cardiaques congénitales, troubles respiratoires acquis).

- d) Résultats (tableau page 25). Les chiffres obtenus ont permis de réaliser la courbe d'étalonnage (figure 4 page 23). La confrontation des résultats obtenus simultanément par la méthode photo-électrique et par la méthode chimique n'a pas montré de différences appréciables, en moyenne 2,9 %. Enfin, la pigmentation de la peau, l'âge, le sexe, la race, se sont révélés sans influence sur l'exactitude de la mesure.

- Construction de la courbe d'étalonnage de l'oxymètre de WOOD (double scale) dans notre pratique courante.

A - Il est évidemment possible à l'utilisateur d'un oxymètre de WOOD de construire la courbe d'étalonnage de son appareil en refaisant pour son propre compte les expériences de WOOD que nous venons de décrire. Nous croyons utile, dans ce cas, d'apporter certaines précisions.

1°) Mesures chimiques par prélèvements artériels (59)

- Cathéter dans une artère.
- Au cours du prélèvement de sang, éviter toute aspiration de bulles d'air, utiliser des seringues rigoureusement vides d'air, garder les échantillons à l'abri de l'air, éviter tout heurt capable de dissocier l'équilibre des gaz (aspiration trop forte, ou dans le transport des échantillons).
- Technique des prélèvements (pendant le prélèvement du sang des lectures oxymétriques sont effectuées de 10 secondes en 10 secondes et l'on retient le chiffre moyen de ces lectures) :

Une première seringue contenant du sérum physiologique hépariné est adaptée au cathéter, une aspiration douce retire du sérum puis du sang pur.

Alors, une seconde seringue à piston métallique, bien étanche, contenant quelques gouttes d'huile de paraffine, aspire doucement et lentement 10 cc de sang.

Le contenu de cette seringue est aussitôt refoulé dans une éprouvette contenant quelques gouttes d'héparine, recouvertes d'une couche de 5 cc de paraffine liquide, au moyen d'un tube capillaire plongeant au fond de l'éprouvette. Le dosage chimique doit être effectué dans les trois heures, l'échantillon conservé à la glace et dans l'obscurité pendant l'intervalle.

Un autre procédé (COURNAND) est encore plus sûr : Une seringue bien étanche contenant une goutte de mercure plus (fluorure de sodium 600 mmg, héparine 100 mmg, sérum physiologique 15 cc) est vidée de son contenu (maintenue verticale, embout en l'air). Le mercure s'écrase entre le piston et la tubulure.

La seringue est alors adaptée au cathéter et l'on aspire doucement ; puis on obture l'embout de la seringue.

Pendant le transport, la seringue doit être continuellement mais doucement remuée. Entre deux analyses, la seringue et son contenu sont mis à la glace, et remués 10 minutes avant la deuxième analyse.

Le dosage des gaz du sang s'effectue alors avec l'appareil de VAN SLYKE (153).

2°) Administration de mélanges gazeux à teneur en oxygène différente.

- CROWLEY, FAULCONNER et LUNDY (55) ont prouvé que, dans les systèmes semi-clos, la proportion des gaz du mélange inhalé n'était égale à la proportion indiquée par les débitmètres, qu'à la condition que le débit total des gaz administrés soit au moins égal à 6 litres minute.

- D'autre part, pour que l'atmosphère alvéolaire contienne réellement la proportion de gaz indiquée par les débitmètres, il faut qu'elle ait été entièrement renouvelée, et, si l'on considère que la capacité pulmonaire (air résiduel + air de réserve + air courant + air complémentaire + espace mort) est d'environ 5 litres, ce n'est qu'après avoir effectivement respiré 15 litres du mélange que l'atmosphère alvéolaire du sujet d'expérience sera, à 5 % près, de même composition que celle du mélange inhalé.

- On devra utiliser un appareil d'administration de gaz similaire à l'assemblage rebreathing de MAGILL, à cette différence près, que la pièce située immédiatement au dessus du masque (très étanche) sera unidirectionnelle (pièce de l'OXFORD VAPORIZER), c'est-à-dire munie d'une valve inspiratoire empêchant tout retour vers le tuyau annelé

et le ballon, et d'une valve expiratoire très légère (ne laissant cependant pas entrer d'air à l'inspiration).

De cette façon, le patient inspirera dans l'appareil et expirera en totalité à l'extérieur, en circuit ouvert.

- Bien entendu les différentes expériences d'inhalation de mélanges à concentrations différentes, seront effectuées le sujet en position allongée, au repos, respirant normalement.

3°) Causes d'erreurs

- Le même opérateur devra procéder à toutes les expériences avec la même tension d'alimentation de l'ampoule de l'earpiece.
- Quand des erreurs importantes se produisent dans les mesures, elles sont en général systématiques pour un même sujet ; WOOD a constaté que dans une série de 15 individus ayant servi aux expériences, et pour lesquelles expériences un écart de 5 % avait existé entre les mesures chimiques et photoélectriques, 3 individus seulement étaient responsables de cet écart.
- La précision des mesures dépend en grande partie de la précision des lectures des déviations des galvanomètres ; une erreur de un millimètre dans l'appréciation de la déflexion du galvanomètre amène une erreur approximative

de 3 % dans le chiffre obtenu de saturation artérielle en oxygène.

- L'exactitude des mesures n'est pas troublée par les mouvements du sujet d'expérience (77) et par voie de conséquence, l'oxymètre de WOOD pourra être utilisé dans les tests d'évaluation des fonctions cardio-pulmonaires (77, 125) et pendant les interventions.
- La pièce d'oreille doit être appliquée étroitement à l'oreille sans cependant ralentir la circulation de l'oreille irriguée ; de même cette pièce d'oreille ne devra subir aucun changement de position (aucun glissement) par rapport à la portion d'oreille étudiée ; la distance de l'ampoule de l'ear-piece (filament) aux cellules photoélectriques ne sera pas non plus modifiée pendant le cours de l'expérience.

B - Technique simplifiée d'étalonnage

On a recherché un moyen plus simple et rapide pour étalonner l'oxymètre de WOOD, ne nécessitant pas un grand nombre de sujets d'expériences, évitant les ponctions artérielles et les longues analyses chimiques, et l'on a pensé, que :

- puisque les chiffres fournis par l'oxymètre de WOOD étaient des valeurs absolues de saturation,
- puisque l'oxymètre de WOOD comportait, en plus de l'ear piece, une pièce photoélectrique de même construction et de même principe, servant au dosage de la saturation d'échantillons de sang,

il était possible de construire la courbe à partir d'échantillons de sang conservé à saturation en oxygène exactement connue.

1°) La cellule photoélectrique

Les mesures IRa et Ra se font en mesurant la déflexion des galvanomètres pour la cuvette de la cellule vide de sang.

Les mesures IRi et Ri quand la cuvette de la cellule contient l'échantillon de sang à saturation en oxygène connue.

2°) Etablissement d'une saturation en oxygène connue du sang conservé (figure 5 page 32).

On prélève chez un donneur de sang bien portant, à jeun, ayant respiré de l'oxygène pur, une **certaine** quantité de sang, 200 cc par exemple, citraté à minima, et l'on répartit ce sang en deux parties égales dans deux récipients :

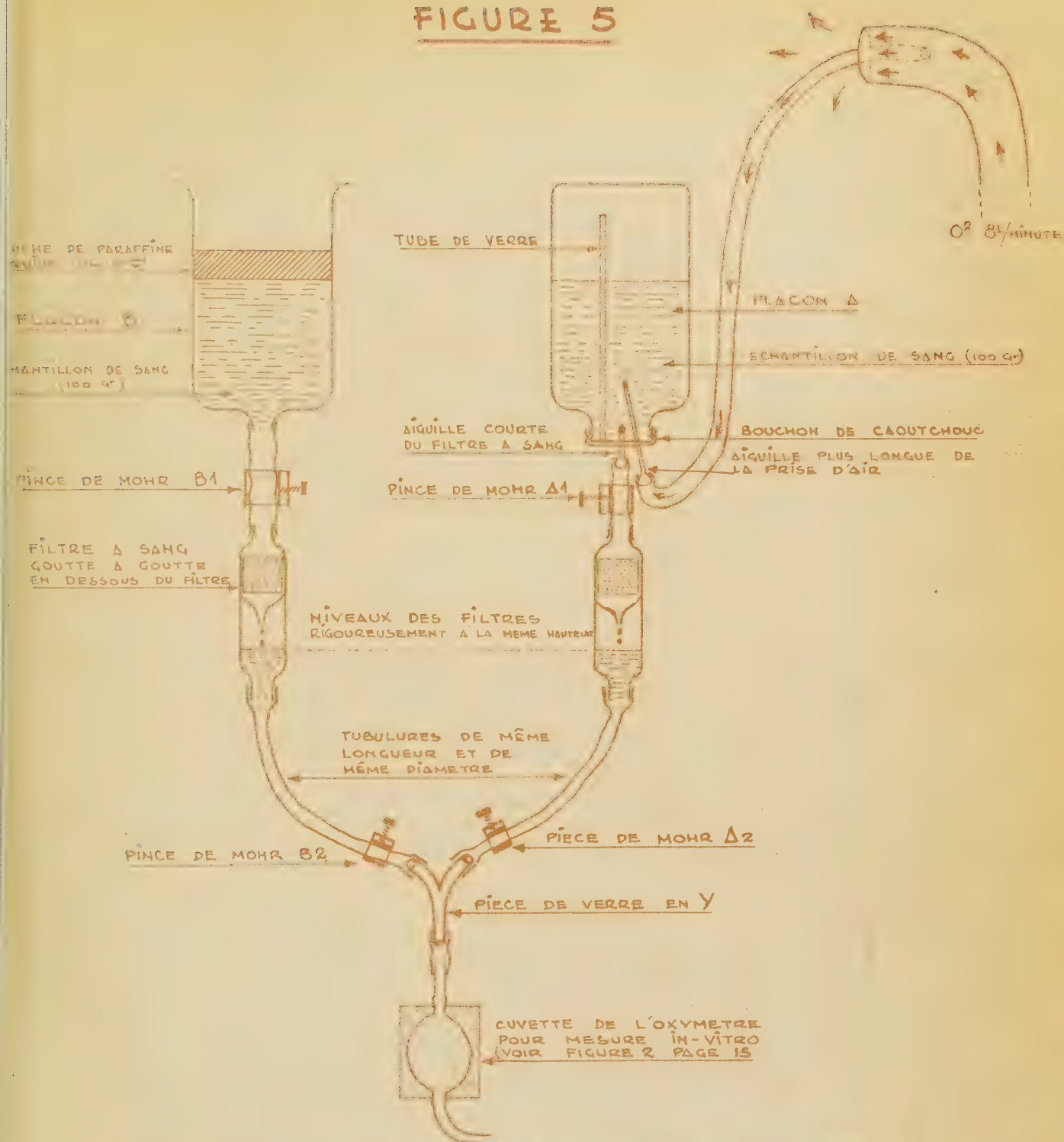
- a) Flacon A, de verre, type BAXTER comportant à l'intérieur une tubulure de verre pour adaptation de la prise d'air.

Dans un premier temps, le flacon goulot en l'air, on plante deux aiguilles dans le bouchon en caoutchouc, une dans le tube de verre à travers le bouchon, l'autre à un endroit quelconque dans le bouchon.

Par l'aiguille piquée dans le tube de verre on fait arriver un courant d'oxygène pur qui traverse donc toute la hauteur du sang, pour ressortir par l'autre aiguille ; le sang s'oxygène à 100 % (éviter la formation d'une trop grande quantité de mousse).

- b) Pendant ce temps, on accroche à un pied à serum un récipient de verre B, contenant la seconde partie

FIGURE 5



SCHEMA DU DISPOSITIF UTILISÉ POUR
 ÉTABLIR D'UNE MANIÈRE SIMPLIFIÉE
 UNE COURBE D'ÉTALONNAGE SPÉCIFIQUE
 D'UN OXYMETRE DE WOOD (PERSONNEL)

de l'échantillon de sang. Ce récipient est complètement ouvert à sa partie supérieure. Sa partie inférieure est munie d'une trousse à administration de sang conservé, filtre en haut, goutte à goutte en dessous du filtre, munie de deux pinces de MOHR serrées, une au-dessus du filtre (B 1), une au-dessous très bas (B 2).

On recouvre la surface du sang dans le flacon d'une couche de 5 cm de paraffine liquide.

- c) Par un tube capillaire passant à travers la couche de paraffine, on injecte dans ce sang B un réducteur (hyposulfite) jusqu'à complète réduction de l'HbO de ce sang, et même un léger excès. Le flacon B contient alors du sang à 0 % d'oxygène.

- d) Du flacon A dont le sang est maintenant parfaitement oxygéné (100 %) on retire les deux aiguilles. On retourne ce flacon et on le suspend à un deuxième pied à serum de façon que les deux niveaux supérieurs de sang des deux flacons soient sensiblement à la même hauteur.

- e) On installe alors sur ce flacon A une trousse à administration de sang conservé identique à celle utilisée pour le récipient B et munie également de deux pinces de MOHR A 1 et A 2 serrées.

La longueur de la tubulure flacon A-filtre est calculée de façon à ce que les gouttes à gouttes des deux filtres soient rigoureusement à la même hauteur.

L'aiguille de la tubulure piquée dans le flacon A

doit être très courte ; l'aiguille de la prise d'air du flacon A, plus longue, est piquée en un endroit quelconque du bouchon mais non dans le tuyau de verre situé à l'intérieur de ce flacon.

La tuyauterie de la prise d'air du flacon A est introduite à l'intérieur d'un tube métallique de grand diamètre débitant de l'oxygène à 8 litres minute.

- f) Les tubulures partant de l'extrémité inférieure des filtres A et B doivent être exactement de même longueur et de même diamètre.

Les pinces de MOHR B 2 et A 2 se trouvent situées presque à l'extrémité inférieure de ces tubulures.

- g) On desserre B 1 et B 2 et l'on purge le système, puis, le niveau établi dans le goutte à goutte, on serre B 2 seulement.
- h) On desserre A 1 et A 2 et l'on purge le système, puis le niveau établi (exactement à la même hauteur que dans le système B) on serre A 2 seulement.
- i) Les extrémités inférieures des deux tubulures, à proximité B 2 et A 2 sont raccordées à une tubulure de verre en Y, dont l'extrémité inférieure est raccordée, le plus court possible, à la cuvette en place de la cellule de l'oxymètre.
- j) Desserrant modérément A 2 ou B 2, on purge cette portion terminale du système puis on resserre la pince.

- Les mesures peuvent maintenant être effectuées ; on vérifie que les niveaux dans les gouttes à gouttes sont bien à la même hauteur.

- k) On laisse s'écouler 10 cc de sang A lentement en desserrant A 2, puis on effectue une première mesure photoélectrique, le sang continuant de couler lentement, et on a une première valeur de saturation à 100 %. On resserre A 2.
- l) On laisse s'écouler 15 cc de sang B lentement en desserrant B 2 et on effectue une mesure photoélectrique pour une saturation en oxygène = 0 %.
- m) B 2 étant serré, on desserre complètement A 2, et au moyen de la pince A I on règle le goutte à goutte à 10 par minute par exemple (plus le nombre de gouttes à la minute sera grand plus les chances d'erreur seront moindres).

Puis, sans toucher à A I on resserre A 2.

On pratique alors la même opération en B : A 2 étant serré, on desserre complètement B 2, et au moyen de la pince B I on règle le goutte à goutte à 10 par minute.

Puis sans toucher à B I on resserre B 2.

- n) Si à ce moment on desserre simultanément A 2 et B 2, si on laisse s'écouler 15 cc de sang environ, et qu'alors on effectue une mesure, on aura un mélange à partie égale de sang à 100 % O₂ et de sang à 0 % O₂, circulant devant les cellules photoélectriques,

soit une saturation en O₂ à 50 %.

On referme alors B 2 et A 2.

- Par les procédures m et n, on peut ainsi, en réglant différemment les gouttes à gouttes A et B avoir des échantillons de sang à toutes concentrations connues, donnant sur l'oxymètre des chiffres RI et IRi qui, calculés, donneront en abscisse des valeurs correspondant en ordonnée au taux de saturation en oxygène déterminé par avance, par le réglage des gouttes à gouttes, et ainsi une courbe d'étalonnage pourra être construite.

- Evidemment, il faudra pratiquer un certain nombre d'expériences semblables pour entirer les valeurs moyennes, avant d'établir une courbe définitive, expérience accomplie par le même opérateur, et pour une tension toujours identique de l'ampoule de l'ear-piece.

- Manoeuvre de l'oxymètre de WOOD modifié S.A.F.A.S. (figure 6
page 37)

La modification réside en ce que les galvanomètres sont remplacés par des microampéremètres, modification rendue possible par l'emploi d'un amplificateur électronique.

Dans la position de repos, l'appareil doit se trouver dans les conditions suivantes :

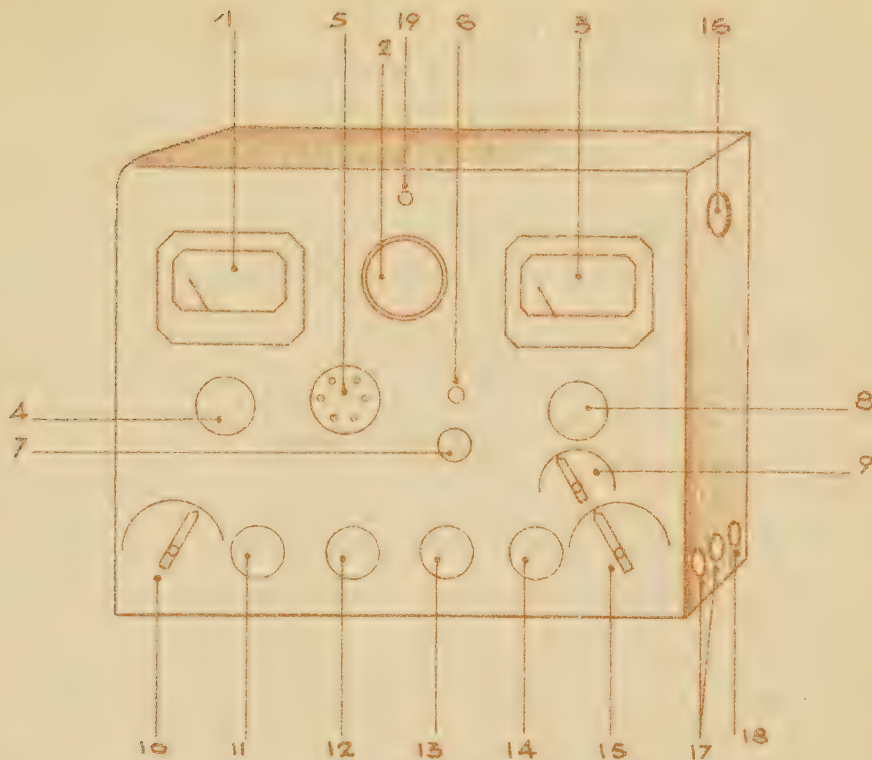
- Interrupteur 9 en position (Attente).
- Interrupteur IO en position (Zéro).
- Interrupteur I5 en position (Arrêt).

Pour effectuer les déterminations :

Placer l'interrupteur I5 en position Marche ; automatiquement la lampe située au-dessus du manomètre s'allumera pour indiquer que l'appareil fonctionne.

Attendre 20 à 30 minutes pour atteindre un complet

FIGURE 6



SCHEMA POUR AIDER A L'EMPLOI DE L'OXYMETRE DE WOOD (D'APRES S.A.F.A.S.)

- | | | | |
|-----|--|----|-------------------------------|
| 1-3 | MICROAMPEREMETRES | 13 | SENSIBILITE INFRAROUGE |
| 2 | MANOMETRE | 14 | REMISE A ZERO INFRAROUGE |
| 4 | VERNIER ZERO-ROUGE | 15 | INTERRUPTEUR - ARRET - MARCHE |
| 5 | PRISE DE PINCE | 16 | REGLAGE TENSION |
| 6-7 | AIR | 17 | PRISE BATTERIE |
| 8 | VERNIER ZERO-INFRAROUGE | 18 | PRISE DE TERRE |
| 9 | INTERRUPTEUR-MARCHE-ATTENTE-TENSION | 19 | VOYANT |
| 10 | INTERRUPTEUR-LUMIERE-PINCE-CONTROLE ZERO | | |
| 11 | REMISE A ZERO ROUGE | | |
| 12 | SENSIBILITE ROUGE | | |

équilibre thermique des lampes d'amplification.

Interposer un morceau de papier mince et légèrement opaque entre les cellules et la source lumineuse de la pince, en approchant la loupe de façon à la serrer contre le support des cellules, et, 15 minutes avant d'effectuer les déterminations, allumer la lampe de la pince en plaçant l'interrupteur IO en position I.

Pendant toute la durée de ces opérations préliminaires, l'interrupteur 9 doit être maintenu en position Attente.

Lorsque les temps indiqués ci-dessus sont écoulés : frotter énergiquement l'oreille du patient avec de l'alcool de façon à y favoriser l'afflux sanguin.

Appliquer la pince de façon à ce que la loupe et le support des cellules adhèrent à l'oreille en évitant de serrer excessivement, ce qui provoquerait l'arrêt du sang.

La vis d'arrêt de la loupe, au contraire, doit être toujours bien serrée afin d'éviter à la fois son déplacement et l'éclatement de la membrane qui couvre la loupe.

Contrôler si la tension de la batterie correspond à la tension indiquée par la Maison, en plaçant l'interrupteur 9 en position Tension et en lisant sur le microampéremètre 3 (Infrared) la tension. Effectuer les corrections éventuelles avec le bouton I6.

Lorsque la pince est appliquée de façon précise, procéder à la mise à zéro des microampéremètres I et 3 en plaçant le bouton IO en position Zéro et l'interrupteur 9 en position Marche.

Faire ces opérations rapidement en employant pour le Rouge les boutons 4 et 11, et pour l'infra-rouge les boutons I4 et 8. Ensuite ramener rapidement le bouton IO en position I, suivre avec les boutons I2 et I3 les déplacements sur les microampéremètres jusqu'à ce que la position des aiguilles respectives se soit stabilisée.

Les aiguilles des microampéremètres commenceront à descendre lentement vers le zéro ; on attendra que les indicateurs se soient arrêtés (8 à 12 minutes suffisent) ; l'artériolisation sera alors complète.

Porter le bouton IO en Zéro et contrôler rapidement la mise à zéro des microampéremètres en employant les boutons 11 et 4 (Rouge) et I4 et 8 (Infra-rouge), ramener le bouton IO en position 1, attendre 1 ou 2 minutes puis effectuer les lectures du Rouge et de l'Infra-rouge et en noter les résultats.

Ensuite à l'aide de la poire, amener le manomètre (2) à la pression de 300 mm. de mercure et maintenir cette pression pendant 2 à 3 minutes ; puis, lorsque les aiguilles des microampéremètres auront cessé de monter ce qui nous donne la garantie que le sang a été entièrement expulsé, effectuer les lectures et prendre note des résultats.

Nous aurons donc 4 lectures (cf page 22).

IMPORTANT

Après l'application de la pince il est indispensable de contrôler soigneusement la continuation de l'artériolisation, en vérifiant si les aiguilles des deux microampéremètres se déplacent vers le zéro.

Si ce déplacement ne se vérifie pas dans ce sens, il faut momentanément desserrer la pince de façon à faciliter l'afflux sanguin en effectuant ensuite une brève anémisation, et changer la place de la pince à l'oreille.

C'est seulement en obtenant une parfaite artériolisation et une complète anémisation que l'on aura des résultats exacts.

Au cas où on obtiendrait des résultats douteux, il faut répéter l'opération, car ceci sera causé par une erreur d'exécution.

Pour l'alimentation de la lampe, utiliser une batterie de 12 volts à 30 ou plus Ampères H., en ayant soin de contrôler de temps à autre la charge de la batterie.

- Lecture de l'oxymètre de WOOD

Le plus grand désavantage de l'oxymètre de WOOD (double scale) est que les calculs sont basés sur la lecture de 4 déviations galvanométriques avec leurs calculs logarithmiques et le report sur la courbe d'étalonnage du chiffre obtenu, pour obtenir la valeur de la saturation en oxygène du sang artériel.

a) Emploi d'un monogramme à lecture directe (pour WOOD double scale).

On a tenté d'obtenir un monogramme permettant d'obtenir directement le chiffre de saturation artérielle à partir de la lecture des déviations des galvanomètres Ri et IRi. Pour ce faire, au moment de la lecture initiale sur oreille anémiée, les courants issus des cellules ont été réglés de façon à indiquer une déviation égale à 100. Si l'on porte en abscisse le chiffre lu pour Ri, son point d'intersection avec la courbe de chiffre égal à celui de la déviation lue IRi donnera en ordonnée la valeur de saturation en oxygène du sang artériel.

L'emploi de ce monogramme semble être une cause d'erreurs supplémentaires puisqu'il porte 80 courbes parallèles mais convergentes en haut, de valeur IRi.

b) Echelle modifiée du galvanomètre (pour WOOD double scale)

On peut également réduire les calculs habituels à une simple division en effectuant le même réglage des galvanomètres qu'au paragraphe "a" pour les lectures de l'oreille anémiée, et en remplaçant l'échelle des galvanomètres par une autre échelle graduée, indiquant le quotient de la déviation 100 par la déviation lue pour l'oreille irrorée.

c) Lecture directe sur un seul galvanomètre (WOOD single scale).

Des compensations électroniques peuvent être établies pour modifier l'oxymètre de WOOD de façon à ce que la saturation artérielle soit lue directement sur l'échelle d'un seul galvanomètre, et c'est en perfectionnant cette modification que l'on est arrivé aux appareils dérivés de WOOD, les plus simples et les plus perfectionnés à l'heure actuelle (single scales de WATERS CONLEY).

- Single scale absolute reading ear oximeter de WOOD
- Dual single scale oximeter de WOOD (X-80 A).

(WATERS CONLEY Fabricant)

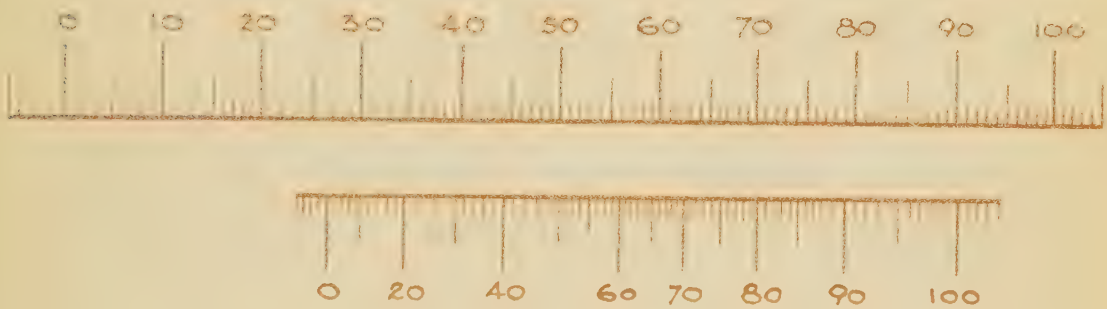
(I64 - I6I - I58 - I66)

- Le single scale est un oxymètre de WOOD à un seul galvanomètre ; l'oreille étant "anémiée", on procède, à l'aide de deux potentiomètres et d'un commutateur à 4 plots aux compensations électroniques. Ce réglage initial étant effectué, l'appareil gardera la "mémoire électronique" des valeurs IRa et Ra et on aura sur le galvanomètre, en lecture directe, les valeurs absolues de saturation pour l'oreille "irrorée" (échelle inférieure du galvanomètre, figure 7 page 43).

- Le dual single scale (X - 80 A) comporte une boîte de contrôle permettant le réglage puis la lecture simultanée de 2 galvanomètres single scale reliés, l'un à une pièce d'oreille (mesure in vivo) l'autre à une cuvette photo-électrique (mesure in vitro).

FIGURE 7

ECHELLE DE LECTURE DU GALVONOMETRE DE L'OXYMETRE WATERS CONLEY



L'ECHELLE SUPERIEURE SERT AU REGLAGE INITIAL (OREILLE ANEMIEE) POUR STANDARDISER LES COURANTS ISSUS DES CELLULES ROUGES ET INFRAROUGES.

LE REGLAGE FAIT UNE FOIS POUR TOUTES POUR UNE EXPERIENCE DONNEE, L'ECHELLE INFERIEURE INDIQUE EN LECTURE DIRECTE LE POURCENTAGE DE SATURATION

OXYMETRES ENREGISTREURS

Les appareils de WOOD peuvent être rendus enregistreurs par différents procédés, optiques ou purement électroniques.

Il existe un enregistreur WATERS-CONLEY : Camera kymographique et un projet français est actuellement à l'étude : BUREAU-LAREX (Chimico-France).

- Tous les réglages préliminaires étant effectués comme à l'habitude, un simple commutateur relie les 2 fils aboutissant normalement au galvanomètre, à la boîte optique, photographique et aux galvanomètres de l'enregistreur.

DISCUSSION DE L'APPAREILLAGE

- Les oxymètres que nous venons d'étudier présentent des défauts généraux ou propres à chacun d'eux.

- Le cyclope de BRINKMAN et l'oxymètre de MILLIKAN nécessitent un étalonnage préalable à chaque mesure (39) et assez long. Le patient examiné respire de l'oxygène pur et l'on fixe le spot à 98 ou 100 % de saturation. Mais si ce patient présente un état pathologique affectant les fonctions circulatoires ou de ventilation, il sera nécessaire de calculer chimiquement, par prélèvement artériel, la valeur de saturation au départ. De toute façon, les chiffres obtenus, facilement lus, ne seront que des valeurs relatives (pourcentage d'erreurs 5 à 8 %).

- L'Histamine utilisée pour artérioliser l'oreille dans l'appareil de BRINKMAN peut être inactivée si le malade a reçu des anti-histaminiques, et même dans la négative, son application devra être renouvelée si la mesure doit durer un certain temps.

- Si, durant la lecture des chiffres donnés par le cyclope, les valeurs "vertes" viennent à se modifier, il faut modifier la courbe d'étalonnage.

- Les cellules du MILLIKAN ne sont ni très stables, ni très fidèles (39). Dans l'ensemble, l'oxymètre de MILLIKAN est peu sensible, enregistre des variations de faible amplitude, et devrait se limiter aux seules valeurs supérieures à 70 %.

- Les oxymètres de MILLIKAN et de BRINKMAN sont déréglés au moindre mouvement du sujet examiné.

- L'oxymètre de WOOD (double scale), lui, s'il est robuste, peu sensible aux mouvements du sujet, très sensible pour tous les chiffres de saturation, donnant des valeurs absolues, pêche par la longueur de sa mise en batterie et la longueur des calculs à effectuer.

- Dans l'ensemble, tous les oxymètres, quels qu'ils soient, nécessitent une remise au point pour chaque fraction d'une demi-heure d'utilisation. Différents facteurs en effet peuvent jouer :

- Variations de l'état électrique des cellules.
- Variations de l'équilibre électrique de l'ensemble du matériel : réseau, transformateurs, lampes, résistances...
Seuls les importants appareillages de l'industrie ou de l'aéronautique comportent des systèmes électroniques compensant à peu près automatiquement ce genre de variations.
- Equilibre du flux moyen sanguin.
- Phénomènes de polarisation.
- Parasitage extérieur.
- Sensibilité des galvanomètres variant en raison inverse de leurs "constantes de temps" : Exemple : En oxymétrie courante, la plus grande sensibilité est souhaitable : la constante de temps, c'est-à-dire le temps que mettra le galvanomètre à accuser un changement de saturation (en moyenne 4 secondes) sera donc d'autant plus longue que le galvanomètre sera plus précis. Mais dans la mesure des temps de circulation en cardiologie, ce n'est plus un chiffre le plus précis possible qui est demandé, mais une déviation survenant le plus rapidement possible quand le liquide coloré commence à circuler devant la cellule photoélectrique ; ce n'est plus la sensibilité qu'il faut alors rechercher, mais la constante de temps la plus courte possible.

- Enfin, les oxymètres sont, par leurs galvanomètres très sensibles, des instruments fragiles ne résistant guère aux fausses manoeuvres, et qui, placés en permanence dans une salle d'opération, sont à la merci de bien des traumatismes préjudiciables à leur bon fonctionnement (19). Là où l'on a essayé de remplacer les galvanomètres fragiles par des microampéremètres (WOOD modifié : S.A.F.A.S.), l'emploi obligatoire d'amplificateurs électroniques a encore augmenté la délicatesse des manoeuvres à effectuer ; et la complexité plus grande des circuits a abouti à des possibilités plus grandes de déréglage.

OXYMETRIE CLINIQUE

I - APPLICATIONS DE L'OXYMETRIE

- Elles sont à l'heure actuelle déjà très nombreuses, nous en omettrons certainement.
- Appréciation de la cyanose (16) - L'oxymétrie a bien mis en évidence l'absence de relation qui existe entre une désaturation oxygénée du sang artériel et la non existence d'une cyanose (33).
- COMROE, BOTHELO (47) ont montré que peu d'observateurs sont capables de diagnostiquer une cyanose même légère dans des conditions normales.
- D'autre part, certains facteurs rendent son appréciation très relative. On sait en effet que la cyanose apparaît quand le sang contient 5 g Hb pour 100 cc de sang dans le sang capillaire, quelle que soit la quantité totale d'Hb. Ce chiffre correspond à une saturation en oxygène de 75 % pour le sang artériel et de 50 % pour le sang veineux, taux atteint par l'inhalation d'un mélange gazeux à 12 % d'oxygène (normal dans l'air 20 %). Cependant l'épaisseur, la couleur et l'opacité de la peau, l'état vasomoteur des artérioles, veinules ou capillaires, la qualité de l'hémoglobine (anémie), font que la cyanose n'apparaît pas même pour une anoxie importante.
- Les modifications de la cyanose ont aussi une valeur très relative : dans les intoxications par le CO₂

par exemple, malgré une anoxie intense la peau prend une teinte rosée due à la carboxyhémoglobine.

dans certaines intoxications, la peau prend une teinte bleutée sans anoxie existante.

- Or, en chirurgie moderne, "le spécialiste en anesthésie est unique, en ce sens que le bon comportement et la vie du malade dépendent étroitement de son seul jugement clinique précis, et presque instantané. Les urgences anesthésiologiques en cours d'intervention (cyanose par exemple) ne laissent pas le loisir de recourir à des examens de laboratoire ou à des consultations avec des confrères, encore moins ne permettent-elles d'adopter l'attitude du "wait and see" (expectative armée), moyens habituels dans les autres domaines de la médecine" (MALONEY - 56).
- L'oxymètre permettra donc, dans le cas de la cyanose (souvent inapparente, pour les raisons déjà vues, II3) de faire le diagnostic immédiat de cette urgence.
- Diagnostic de l'anoxie per-opératoire - Il est nécessaire de préciser de suite, qu'un chiffre très élevé de saturation en oxygène du sang, donné par l'oxymètre, n'est pas à lui seul un signe de sécurité suffisant. En effet, l'anoxie est un phénomène insidieux dans certains cas, et qui même, peut ne pas se manifester à l'oxymétrie ; nous illustrons le fait par cette observation de X... rapportée par CARA (44) :
Un malade endormi, subissant une intervention chirurgicale, porte au membre inférieur un cyclope de BRINKMAN. Depuis deux heures, le physiologiste suit consciencieusement la courbe de saturation en oxygène, élevée et remarquablement stable.

Brusquement, une chute importante du taux se produit ; seulement alors notre ami s'aperçoit que l'on vient d'abandonner un massage cardiaque désormais inutile, le malade étant mort depuis un moment ! Par curiosité scientifique, le relevé des valeurs oxymétriques a été poursuivi quelque temps, on a constaté sur le graphique la remontée spectaculaire ... due à la pâleur cadavérique !

- BEECHER (13), COMROE, SARNOF, ont attiré l'attention sur le danger du CO₂ : un malade oxygéné à 100 % mais mal ventilé, peut succomber par intoxication au CO₂ (malade curarisé et endormi au pentothal oxygène pur par exemple).

De même l'hypocapnie (appareils en circuit fermé avec bonne absorption, plus hyperventilation ou respiration contrôlée) peut perturber la courbe de dissociation de l'oxygène, et, bien que le sang soit saturé à 100 %, les tissus ne peuvent recevoir d'oxygène, et une anoxie se développe sans anoxémie. En corollaire, les vaisseaux cérébraux sous l'action de l'acapnie se contractent et il s'ensuit une diminution de l'irrigation des centres nerveux avec les syndromes psychiques post-opératoires qui en résultent (15,45).

- L'oxymètre peut donc faire croire à une bonne saturation en oxygène alors que l'acapnie ou l'hypercapnie mettent le malade en danger. C'est pourquoi il est nécessaire de recueillir, en plus des observations cliniques habituelles, les valeurs du taux de CO₂ de l'air expiré, de temps en temps pendant l'observation oxymétrique (carboviseur de BRINKMAN (26),

mass spectrometer (32,7I), photomètre infra-rouge (43).

- Contrôle de l'efficacité de l'oxygéo-thérapie (38), en combinant l'oxymétrie au contrôle gazo-métrique de l'air alvéolaire (HALDANE (59,137), Spiromètre (59), mass spectrometer (7I,32), oxytest (I33)) et à l'observation générale de l'organisme.
- Etude de la toxicité de l'oxygéo-thérapie prolongée (I54), en combinaison avec le dosage du CO2 et la mesure du pH sanguin.
- Contrôle du fonctionnement d'un coeur-poumon artificiel (I50)
- En broncoscopie
- Moyen d'étude de divers états spéciaux ou pathologiques :
nouveaux-nés, prématurés (95,54), éthyliques, intoxiqués, mentaux...
- Dosages immédiats in vitro du sang artériel ou veineux mixte plus rapides que les mesures gazométriques (différence des résultats 1,8 %).

- Contrôle du fonctionnement des appareils automatiques de respiration contrôlée, combinée au dosage du CO₂.
- Enregistrements continus de la saturation artérielle in vivo.
- Contrôle de l'efficacité des perfusions de liquides de remplacement administrés par voie veineuse ou intra-artérielle.
- En Pharmacologie, appréciation de l'effet des prémédications, étude des produits anesthésiques (2I, 23, I47, 6, I4), expérimentation chez le chien.
- En anesthésiologie, appréciation de l'anesthésie elle-même (22), des techniques adjuvantes de l'anesthésie, telles par exemple hypotension contrôlée (20) ou hibernation, appréciation des modes d'anesthésie (I47), appréciation de toute nouvelle technique, appréciation des circuits des appareils d'anesthésie (I49) et en général de tout ce qui regarde la physique de l'anesthésie, appréciation des phénomènes vasomoteurs peropératoires (I39, I70), appréciation enfin des variations de la masse sanguine (appréciation relative par confrontation aux mesures hémocrites par le PHILLIPS et VAN SLYKE).

- Dans certaines expertises (silicose, tuberculose), l'oxymètre peut aider à déterminer un taux d'invalidité.
- Exploration de la fonction respiratoire (30,63,41,1,61).
- Mesure du débit cardiaque et de la circulation pulmonaire (80,11)
- Mesure de la vitesse de circulation sanguine (31,11,96,24)
- Mesure de la vitesse des colorants utilisés en cardiologie et leur classification selon cette qualité (96).
- Etude des insuffisances coronariennes, en faisant respirer aux malades des mélanges à base concentration d'azote et d'oxygène.
- Dans les cardiopathies congénitales (59,36,37), l'oxymétrie a une valeur diagnostique, pronostique et d'indication opératoire.

La seule constatation d'une saturation oxygénée du sang artériel révèle sans en préciser le siège, l'existence d'un shunt veino-artériel et inversement. Sa valeur diagnostique de ce fait est donc considérable. Cependant, une perturbation de l'hématose peut produire les mêmes effets, mais c'est là une éventualité rare chez les jeunes congénitaux.

- Pour différencier ces deux états, Cournand propose de faire inhaler de l'oxygène pur avant et pendant le prélèvement du sang artériel. S'il existe un shunt dont le débit atteint ou dépasse 25 %, l'insaturation du sang artériel persiste en dépit de cette épreuve.
- Le taux de l'insaturation oxygénée du sang artériel peut être considérablement abaissé au cours des cyanoses congénitales. Il mesure ainsi la gravité des cas et comporte une valeur pronostique.
 - L'observation des variations de la saturation oxygénée du sang artériel a également une grande importance diagnostique, chez les congénitaux, surtout cyanosés.
 - Chez les sujets normaux, ou chez les congénitaux (non insuffisants cardiaques) sans shunt veino-artériel, l'effort ne modifie pratiquement pas la saturation oxygénée. Au contraire, chez les cyanosés, le taux d'oxygénation s'abaisse rapidement sous l'influence de l'effort et la courbe de l'oxygramme chute brusquement. Après cessation de l'effort, la courbe persiste même à descendre. La resaturation est très différente selon les cas. Si le débit pulmonaire est réduit, elle est très lente et ne revient à son point de départ que très progressivement. Ainsi se caractérise la Tétralogie de Fallot et d'une façon plus générale les sténoses pulmonaires avec shunt dont la plupart sont justiciables d'une anastomose aorto-pulmonaire ou

d'une valvulotomie. Si au contraire la resaturation s'effectue plus rapidement que dans le cas précédent, cela indique qu'il n'y a pas de réduction du débit pulmonaire.

- L'inhalation d'oxygène pur élève rapidement, en moins de deux minutes, chez le sujet normal la saturation oxygénée du sang artériel de 97 à 100 %. Dans les cas pathologiques, le déficit de la saturation exige plus de temps et la fixation d'une plus grande quantité d'oxygène, ce qui mesure la réserve cardio-respiratoire et le déficit en oxygène (36,37).
- C'est sur la comparaison et les rapports des taux de saturation oxygénée des sang veineux et artériel aux différentes étapes de l'appareil circulatoire que sont basés la mise en évidence des shunt, la localisation de leur siège et le calcul de leurs débits.

II - ETUDE DES COURBES OXYMETRIQUES EN ANESTHESIOLOGIE

- L'étude des courbes réalisées par différents auteurs (16,24,113, 114, 152, 170) et par nous-même dans le Service du Professeur DELANNOY, avec un oxymètre de WOOD (S.A.F.A.S.) au cours de 40 interventions de chirurgie abdominale courante (gastrectomies à la FINSTERER, cholécystectomies, anastomoses coliques) pratiquées sous intubation, Nesdonal départ, Flaxedil, Proto-cyclo-oxygène, a apporté les constatations suivantes :

- Les variations du taux de saturation en cours d'anesthésie sont souvent fugaces, instantanées, parfois importantes, et il faut une mesure continue pour les déceler (24).

- L'oxymètre enregistre les modifications de saturation en 5 à 10 secondes (vitesse poumon oreille + "constante de temps" des galvanomètres) ; mais il faut une minute et quelquefois plus pour enregistrer une augmentation de la saturation, quand on remplace l'air inhalé par de l'oxygène pur (temps de saturation + "constante de temps").

- Il a été dit que les modifications de saturation étaient en général fugaces : en fait, nous avons constaté que les tractions répétées sur les viscères intra-abdominaux (volontairement effectuées) sous anesthésie plus ou moins légère amènent une chute assez rapide du taux d'oxygène, mais que la courbe ne revient que

lentement, en plus de 10 minutes, à sa valeur précédente, même sous inhalation d'oxygène pur, ou sous approfondissement de l'anesthésie avec des mélanges à grande proportion d'oxygène.

- Nous énumérerons simplement les causes les plus habituelles de chute de la saturation artérielle en oxygène sans établir de chiffres moyens des variations observées, car nous n'avons nous-même à notre disposition que 40 observations, et que les autres auteurs ont employé, soit des oxymètres différents, soit des techniques de mesure différentes.

- L'apnée au Nesdonal, sauf si elle a été précédée d'administration d'oxygène pur.

- L'intubation trachéale.

- L'induction de l'anesthésie ; et la chute est d'autant plus accusée que l'anesthésie est induite plus rapidement.

- Les changements de position du malade anesthésié.

- La longue durée de l'intervention.

- La broncho-aspiration qui donne une chute très accusée de la saturation, comme si le sang circulant à travers le poumon cédait son oxygène à l'air alvéolaire.

- Le réveil anesthésique : Dans 12 cas, nous avons constaté une chute paradoxale de la saturation chez nos malades intubés, en fin de fermeture de la paroi, alors cependant qu'ils étaient largement oxygénés, et avaient une bonne amplitude respiratoire. Nous avons fini par nous rendre compte que le tube endotrachéal, par l'irritation qu'il produisait chez ces malades presque réveillés, était responsable de cette chute de la courbe.
- L'extubation, selon le plan anesthésique où se trouve le malade quand elle est pratiquée, amène une chute moins sensible que l'intubation.
- L'administration d'oxygène pur sous anesthésie générale provoque d'abord une chute qui peut sembler paradoxale, mais qui doit vraisemblablement tenir à la rétention du CO₂, causée par un gaz administré à grand débit dans un système semi-clos dont la valve expiratoire gêne plus ou moins l'évacuation des gaz de la respiration et du circuit.
- Le protoxyde d'Azote, même combiné à 20 % d'oxygène.
- Les respirations compensées ou contrôlées prolongées (1/4 d'heure) sous forte curarisation par exemple, donnent une courbe de saturation à oscillations de 10 à 15 %, oscillations s'amortissant progressivement et ne s'étalant que 5 à 10 minutes après la reprise d'une respiration parfaitement normale.

- BURCHELL (33) a signalé que, en chirurgie thoracique le collapsus du poumon ne donnait pas forcément une baisse de la saturation, ce qui tendrait à prouver que le flot sanguin circulant dans un poumon qui ne fonctionne pas, est très diminué.

- La chute de la tension artérielle amène une chute de la courbe de saturation, chute enrayée davantage par la perfusion de liquides à grosses molécules que par l'oxygéno-thérapie.

- L'approfondissement au plan extrême 3 du stade 3 cause une chute lente mais d'autant plus prononcée que l'on reste plus longtemps à ce stade. Plus le temps d'anesthésie profonde aura été long, plus la courbe de "recovery" sera allongée (jusqu'à 25 minutes dans une de nos observations, pour une anesthésie très profonde de 12 minutes).

III - HIBERNATION ET CHIRURGIE DIGESTIVE A THORAX OUVERT

Un grand nombre de facteurs, mécaniques, nerveux, circulatoires, chimiques, électrolytiques, aux inter-actions diverses et nombreuses, combinent leurs actions pour amener, en chirurgie à thorax ouvert, si la technique n'est pas impeccable, une anoxémie aboutissant très vite à l'anoxie et provoquant des désordres graves, sinon la mort du malade.

Parmi ces facteurs, les uns sont en rapport avec la thoracotomie, les autres avec les manoeuvres opératoires.

- Le pneumothorax amène un collapsus pulmonaire, qui entraîne à son tour une perturbation de l'hématose.
- Le brusque collapsus pulmonaire provoque des réactions nerveuses aboutissant à une baisse de la tension artérielle et à des perturbations circulatoires, à leur tour génératrices d'anoxie.
- La respiration paradoxale, en dehors de l'hypercapnie et de l'hypoxémie qu'elle provoque, a pour corollaire le balancement médiastinal, qui excitant le pneumo-gastrique amène les phénomènes de choc et les perturbations circulatoires.
- L'hypoxie, si elle s'accroît, augmente l'excitabilité vagale (WIRTINGER, 133) et donc le choc.

- Le danger d'hypercapnie en chirurgie thoracique est grand. Le taux de CO₂, à cause de l'hypoventilation insoupçonnée, atteint très souvent 12 %. SEEVERS (143) a insisté sur le danger habituel de la présence de CO₂ en trop grande quantité dans le sang et l'atmosphère alvéolaire :

"Il est à peu près certain qu'un anesthésiste entraîné, même le plus habile, a des difficultés avec le CO₂ tous les jours de sa vie professionnelle, et qu'il emploie par intermittence ou habituellement des concentrations narcotiques de ce gaz, qu'il soit ou non au courant du fait".

- L'acte opératoire (traumatisme, hémorragie) vient encore augmenter les possibilités de désordre physiologique.

- La position du malade, même (BEECHER 56, CARA 40), a une action directe sur l'élimination du CO₂.

- On a évidemment codifié les techniques anesthésiques en vue d'éviter l'apparition de ces désordres physiopathologiques, (NOSWORTHY 132, BEECHER 12) en particulier en pratiquant une respiration compensée ou mixte compensée et contrôlée, manuelle ou instrumentale, mais là aussi la technique peut être génératrice de dangers :

- l'hyperpression pulmonaire (phénomènes réflexes) donne une chute de la tension artérielle et donc une défaillance circulatoire (12,53) ;
- Si lors des manoeuvres de regonflage périodique du poumon atelectasié le malade se réveille plus ou moins, il ajoute à la résistance statique habituelle de son parenchyme

pulmonaire (56) un mouvement réflexe (HERING BREUER) .
qui contrarie la réinsufflation.

- Tous les facteurs que nous venons d'énoncer aboutissent au même résultat final : l'ANOXIE.

- On s'est demandé si une méthode qui diminuerait le métabolisme cellulaire sans intoxication, ne permettrait pas de simplifier grandement les problèmes posés par l'anesthésie en chirurgie thoracique.

Or l'hibernation permet mieux (100,101,52) : non seulement les besoins en oxygène sont fortement diminués, mais "toutes les constantes physiologiques sont ralenties et stables", et du fait même la technique est plus sûre et efficace.

- Nous renvoyons aux auteurs (2,18,46,52,58,66,74,76,78,91,92, 102,122,123,136,169) pour le détail des bases physiologiques et expérimentales de l'hibernation artificielle en général, de sa technique, et son application à la chirurgie à thorax ouvert.

- Pour notre part, nous apportons l'expérience clinique de notre Maître, M.le Professeur DELANNOY, et de ses élèves, rapportée récemment (57),

et notre expérience oxymétrique, basée malheureusement sur 14 courbes seulement (les autres n'ayant pu être enregistrées intégralement, c'est-à-dire dès avant la procédure opératoire jusqu'au réveil du malade).

Notre technique d'hibernation a été celle décrite par M.DELANNOY et ses élèves (57), l'oxymètre employé a été l'oxymètre de WOOD modifié S.A.F.A.S. Les observations ont porté sur 14 thoraco-laparotomies pour anastomose oesophagienne ou oeso-gastrique ou oeso-jéjunale.

- La grande constatation faite a été l'aplatissement général des courbes, à un haut degré de saturation, 96 à 100 %, avec des variations maximum de 4 points. Nous avons eu deux échecs, en ce sens que 2 courbes présentaient des oscillations plus importantes (jusqu'à 15 %), mais ces deux malades, jeunes, s'étaient révélés résistants à l'hibernation.

C O N C L U S I O N

Nos conclusions seront triples :

- En premier lieu, nous voudrions pouvoir affirmer que nous apportons la "preuve oxymétrique" de l'excellence de l'hibernation en chirurgie digestive à thorax ouvert et par extension dans toute chirurgie comportant de gros risques d'anoxie, mais malheureusement, nous ne disposons que de 14 observations.

Ce résultat n'est cependant pas à négliger, et peut-être aurons-nous tout de même contribué à étendre la pratique des méthodes d'hibernation à certains cas, ne serait-ce qu'en suggérant à d'autres cliniciens de venir compléter et confirmer nos constatations.

- La seconde conclusion aura trait à l'oxymétrie.

Il est hors de doute que l'oxymètre de WOOD et ses dérivés sont parmi les meilleurs et les plus précis à l'heure actuelle. Mais, comme tous instruments précis, leur maniement s'avère délicat, minutieux et demande beaucoup de temps : il faut en effet, rappelons-le, préalablement à toute mesure, chauffer d'abord l'appareil, puis la cellule, puis hyperhémier l'oreille du patient, puis attendre la complète artériolisation, ce qui nécessite de commencer les mesures, le malade en salle d'opération,

au moins une heure avant le début de l'hibernation, soit 4 ou 5 heures avant le début de l'intervention.

Les calculs à effectuer après chaque mesure sont assez longs et fastidieux, mais les dérivés de WOOD, les "WATERS CONLEY" à lecture directe, obvient déjà à cet inconvénient.

Il faudra néanmoins, pour être plus scientifique, noter également les concentrations du CO₂ alvéolaires par intermittence, concomittamment aux mesures oxymétriques, et ceci nous amène à notre

Troisième conclusion

En l'état actuel de notre organisation hospitalière, nous ne disposons ni du temps, ni du personnel nécessaire à l'organisation rationnelle de la recherche scientifique et, il faut bien le dire, il est difficile en France d'obtenir les crédits nécessaires à l'achat d'appareils coûteux et dont l'utilité immédiate ne semble pas évidente.

Les contrôles physiologiques en salle d'opération demandent la collaboration de toute l'équipe chirurgicale, et un personnel compétent. La collaboration médico-chirurgicale pré et post-opératoire est une nécessité absolue pour que ces mesures physiologiques soient possibles, significatives et utiles. Tant que nous n'aurons pas réalisé ces conditions, l'oxymétrie, la carboxymétrie...ne seront que des objets de curiosité et non des méthodes d'utilité courante permettant le développement de la chirurgie nouvelle (42).

- B I B L I O G R A P H I E -

- Les références non soulignées d'un trait sont celles que nous n'avons pu consulter, ou dont nous n'avons pu lire qu'une analyse insuffisante.
- Parmi ces références, celles qui comportent, en plus, un numéro entre-parenthèses, ont été citées par les auteurs que nous avons étudiés ; ce numéro renvoie aux dits auteurs.

- I ALEXANDER, REYDMAN,
 - A simple test of pulmonary function employing the oximeter.
 - J.thoracic. Surg.25 : 95 (18 Références)
- 2 ALLEN
 - Broader aspects of refrigeration Anesthesia
 - Curr. Res.in Anesthesia and Analgesia
 - Vol.24, N° 2, p.p.51-65, Avril 1945.
- 3 ALLEN et COLL (16, 113)
 - Variations in signs of acute oxygen want during anesthesia.
 - Anesthesiology, 8, 601-614, 1947.
- 4 ANSERSON, ALLEN, BARCROFT, EDHOLM, MANNING (16)
 - Circulatory changes during fainting and coma caused by oxygen lack.
 - J. of Physiol. 104, 426, 1946.
- 5 ARMSTRONG (16, 113)
 - Anoxia in aviation
 - J.Aviation Méd. 9, 84, 1938.
- 6 ARNAULD
 - Contribution à l'étude de la dépression respiratoire par le pentothal sodium chez l'homme.
 - Thèse Médecine, Lille, 1953.
- 7 ASMUSSEN, CHIOLDI (16)
 - The effect of hypoxemia on ventilation and circulation in man.
 - Am.J.Physiol. 132, 426, 1941.
- 8 BARCROFT (16, 113)
 - Anoxemia
 - Lancet 2, 485, 1920.
- 9 BARTELE (GOETTINGEN)
 - La mesure de la pression d'O² dans le sang et les possibilités d'application de celle-ci en clinique (in sang total)
 - 11ème Congrès Sté Autrichienne d'Anesthésiologie.
 - 17-19/5/53.

- I0 BEARD, NICHOLSON, WOOD
- Application d'un oxymètre au niveau de l'oreille pour l'estimation de l'ondée cardiaque par la méthode colorimétrique chez l'homme.
J. Lab.a.Clin.Méd. 36, Nov.I950.
- II BEARD, NICHOLSON, WOOD
- Estimation de l'ondée cardiaque par la méthode des colorants, à l'aide d'un oxymètre à oreille.
Féd. Proc. IO, II/3/I95I.
- I2 BEECHER (H.K.)
- Principles, Problems, and Practices of Anesthesia for Thoracic surgery.
C.Thomas, publisher, Springfield, Illinois, I952.
- I3 BEECHER and al. (26)
Journ.Thor.Surg. I35 - I95I.
- I4 BEHRMANN (I6)
- Continuous blood oxygen saturation in intravenous barbiturate anesthesia.
Fédération Proc. 5, 7, I946.
- I5 BERCK et MOOR (I6, II3)
- Lésions des cellules nerveuses sous l'influence de l'anémie aigue.
Névraxe 2, 2, I900.
- I6 BEURTON Marcelle
- Le contrôle oxymétrique de l'Anesthésie générale.
Thèse Lyon I952.
- I7 BIERMAN (II3)
- The value of blood oxygen détermination
California Méd. 7I, 280-284, I949.
- I8 BITTRICH, POWERS
- Intravenous procaine in Thoracic surgery -
Curr.Res. in An. and Analg.
Vol. 27, N° 4, p.p.I8I-I96, July-August. I948.
- I9 BIZARD, VANLERENBERGHE, BIZARD-GREGOIRE, ROBELET
- Conditions d'utilisation des oxymètres en chirurgie
Sem. hôp.8, p.p. C-45I-C-454, I954.

- 20 BIZARD - VANLERENBERGHE - N.GREGOIRE - ROBELET - MILBLED
- Oxymétrie au cours de l'hypotension contrôlée par
le Pentaméthonium.
Lille-Chirurgical I7, N° 40, p.p.204-211, 1952.
- 21 BIZARD, VANLERENBERGHE, ROBELET
- Etude expérimentale de l'action du Pentothal et du
Kémithal sur la respiration.
Lille-Chirurgical T 7, p.p.97, 1952.
- 22 BIZARD, VANLERENBERGHE, GREGOIRE, ROBELET
- Dépression respiratoire au cours de l'anesthésie -
Indications fournies par oxymètre de MILLIKAN -
Lille-Chirurgical I7, p.p.97, 1952.
- 23 BIZARD, VANLERENBERGHE, ROBELET (19)
- Etude expérimentale de l'action du pentothal sur le
centre respiratoire au moyen du test au CO₂.
J.Physiologie 1951, T.43, 655.
- 24 BOYE¹, TULOU-LEAKE
- L'oxymétrie continue en chirurgie thoracique.
Anesthésie-Analgésie, T 10, N° 4, p.p.502-517, 1953.
- 25 BRINKMAN
- Signification et technique de la mensuration conti-
nuelle de la saturation du sang par l'oxygène pendant
la narcose.
An.Analgésie, T 9, N° 2 (Suppl), p.p.23-26, 1952.
- 26 BRINKMAN (R.) - Groningue
- Observation du CO₂ expiratoire pendant l'anesthésie.
Sem.hôp.1, pp.E 6-E 7, 1953.
- 27 BRINKMAN, ZIJLSTRA
- Détermination and continuous registration of the
percentage oxygen saturation in clinical conditions.
Archivum Chirurgicum Neerlandicum. Vol I. I77-I83, 1949;
in Anesthesia Abstracts, vol.30, pp.19-20.
- 28 BRINKMAN, COST, KOOPMANS, ZIJLSTRA
- Continuous observation on the percentage oxygen satu-
ration of capillary blood in patients.
Archivum Chirurgicum Neerlandicum. Vol.1.Fasc.3, pp.I84-
I91 - Déc.1949 ; in Anesthesia Abstracts, vol.30,
pp.19.

- 29 BRINKMAN, ZIJLSTRA, KOOPMANS (I9)
- A method for continuous observation of percentage oxygen saturation in patients.
Archivum Chirurgicum Neerlandicum vol.1, fasc.3, March. 1950.
- 30 BROUET, CASTILLON du PERRON
- Exploration de la fonction respiratoire par l'oxymétrie, après obturation bronchique.
Sté Frse de Pathologie Respiratoire - II/IO/1953.
- 31 BROUET, CASTILLON du PERRON
- Application de l'oxymètre de Brinkman à l'étude de la vitesse de circulation sanguine.
Presse Médicale, T. 61, N° 73, pp.1479-1480, 1953.
- 32 BUCKLEY, VANBERGEN, HEMINGWAY, DEMOREST, MILLER, KNIGHT, VARCO
- A portable mass spectrometer for continuous alveolar gas analysis : certain technical considerations inherent in its use.
Anesthesiology, Vol.I3, N° 5, pp.455-464, Sept.52.
- 33 BURCHELL
- An introduction to the clinical applications of oxymetry.
Proc. Staff. meet. Mayo Clinic. 1950 (July), 25 : 14, 377-384.
in An.Analgésie, T.8, N° 3, pp.550, Sept.1951.
- 34 BURCHELL, WOOD (I6)
- Démonstration of differential effects on pulmonary and systémic artériel pressure induced by breathing low oxygen mixtures.
Fed.Proc.I0, 2I, 1951.
- 35 BRUDICK, LISA, ELIAS (I6, II3)
- Anoxia and the central nervous system.
Review and case report.
Anesthesiology IO, 369-373, 1949.
- 36 CALLEBAUT, DENOLIN, LEQUIME
- Application de la méthode oxymétrique à l'étude des affections cardio-pulmonaires.
Arch.Mal.Coeur et Vx 42 : 723, 1949.
- 37 CALLEBAUT, DENOLIN, LEQUIME
- Recherches oxymétriques dans les cardiopathies congénitales.
Act.Cardiologica 1949.

- 38 CARA, S.PINET
- Contrôle de l'efficacité de l'oxygénothérapie par différentes techniques : intérêt des mesures de densité du sang.
An.Analgésie, T.7, N° 3 pp.397-403, Juin 1950.
- 39 CARA
- Enregistrements au cours de l'anesthésie.
An.Analgésie, T.8, Juin 1951, N° 2, pp.149-239.
- 40 CARA
- Variations de la ventilation suivant la posture. Conséquences médicales et chirurgicales.
An.Analgésie, T.8, N° 3, pp.508-511, Sept.1951.
- 41 CARA
- Les épreuves fonctionnelles pulmonaires et leur interprétation en anesthésiologie.
Cahiers d'Anesthésiologie, T.I, N° 4, pp.1-23, 1954.
- 42 CARA
- Intérêt et conditions des mesures physiologiques en salle d'opération.
Anesthésie-Analgésie, T.11, N° 1, pp.150-158, 1954.
- 43 CARA
- Photomètre infrarouge spécialement adapté pour doser le gaz carbonique en anesthésiologie et en physiologie ventilatoire.
Anesthésie-Analgésie, T.11, N° 1, pp.159-162, 1954.
- 44 CARA
- Inefficacité et danger de l'oxygéno-thérapie : nécessité de la ventilation assistée simultanée, en Anesthésiologie et dans le Traitement des insuffisances respiratoires.
Anesthésie-Analgésie, 1954, T.XI, N° 2, pp.421-430.
- 45 CHAUCHARD (I6, II3)
- Mode d'action de l'anoxie sur le système nerveux.
C.R.Soc.Biol.135, 511-534, 1941.
- 46 CHEYMOL, LEVASSORT
- Chlorpromazine et résistance à hypoxie.
Bull.Sté Chim.Bio. T.35, N° 8, 1953.

- 47 COMROE, BOTHELO (I6, II3)
- The Unreliability of cyanosis in the recognition of arterial anoxemia

Am. J.M.Sc.2I4, 1-6, I947.
- 48 COMROE, DRIPPS (I6)
- The physiological basis for oxygen therapy

American lecture series - Publication number 42 -
A monograph in american lectures in physiology - Edited by Robert F.Pitts, C.Thomas, Publisher, Springfield, Illinois.
- 49 COMROE, WALKER (I6)
- Normal human arterial oxygen saturation determined by equilibration with IOO percent O2 in vivo and by the oximeter.

Am. J.of Physiology I52, 365, I948.
- 50 COMROE, WOOD (I6, I9)
- Measurement of O2 saturation of blood by filter photometers (oximeters).

Comment by J.O.Elam, in Methods in Medical Research vol.2, I950, p.I44.
- 5I COURVILLE (I6, II3)
- Cerebral anoxia an its residual histological introduction.
M.Arts at Sc.1, I6-27, I947.
- Cerebral anoxia and its residual asphyxial syndromes, acute, subacute and chronic.
M.Arts.at Sc.2, 67-79, I948.
- 52 COURVOISIER S., FOURNEL, DUCROT, KOLSKY M, KOETSCHET
- Propriétés pharmacodynamiques du chlorhydrate de chloro 3 (Diméthylamino - 3' Propyl) - IO Phéno-thiazine (4560 RP)
Etude expérimentale d'un nouveau corps utilisé dans l'anesthésie potentialisée et dans l'hibernation artificielle.

Arch. Int.de Pharmacodynamie et de Thérapie, vol.XCII, Fasc.3-4, pp.305-36I, I953.
- 53 LEROY GRANDELL, ARTUSIO
- Cardiovascular reflexes during intrathoracic surgery.

Curr.Res. in An.and Analg. vol.32, N° 4, pp.227-24I, Aug.I953.

- 54 CREHAN, EIMER, KENNEDY, ROGER, WOOD, EARL (I6)
- A study of the oxygen saturation of arterial blood of normal newborn infant by means of a modified photo electric oximeter : preliminary report.

Proc.Staff Meet.Mayo Clinic.25, 392, 1950.
- 55 CROWLEY, FAULCONNER, LUNDY
- Certain factors influencing the percentage of Oxygen in Mixtures of Nitrous Oxide and Oxygen.

Curr.Res.in An.and Analg.,27 : 5, pp.255-261, Sept-Oct.1948.
- 56 CULLEN, COMROE, BROW, BEECHER, MALONEY
- Problems in ventilation

Anesthesiology, Vol.I5, N° 4, pp.416-435, July 1954.
- 57 DELANNOY, LAGACHE, BASTIN
- Notre expérience de l'hibernation artificielle.
A propos de 70 observations.

Lyon-chirurgical, T.49, N° 7, pp.789-796, Oct.54.
- 58 DOBKIN, LAMOUREUX
- Physiological effects of chlorpromazine.

Anesthesia, vol.9, N° 3 pp.157-174, July 1954.
- 59 DONZELOT, d'ALLAINES
- Traité des cardiopathies congénitales.

pp.55, 124, 134, 139, 149, 150.
Masson & Cie, Paris.
- 60 DORNHORST
- Estimation des propriétés mécaniques des poumons et des conditions respiratoires.
The LANCET, 19/7/1952.

- Analyse automatique fractionnée de l'air expiré, utilisée comme test clinique.
The LANCET, 21/2/1953.
- 61 DOUGLAS, JOHN, EDHOIM (I6)
- Measurement of saturation time and saturation tension with a Millikan oximeter in subjects with normal pulmonary function.

J.of Appl.Physiol.2, 307, 1949.
- 62 DRABKIN (I6)
- Measurement of O2 saturation of blood by direct spectrophotometric determination.

Methodes in medical Research 2, 159, 1953.

- 63 DRILLIE (Mlle)
- Étude de la fonction respiratoire en vue de la chirurgie Thoraco-pulmonaire.
Acta de l'Institut d'Anesthésiologie, Paris, T.1, 1953, pp.77-91.
- 64 DRIPPS, COMROE (I6)
- Respiratory and circulatory response of normal man to IOO, I8, I6, I4, I2, IO and 8 per cent O2.
Fédération Proceedings 5, 24, 1946.
- 65 DRIPPS, COMROE (I6)
- Effect of high and low oxygen concentrations on respiration, pulse rate, ballisto-cardiogram and arterial oxygen saturation (oximeter) of normal individuals.
Am.J.Physiol. I49, 277, 1947.
- 66 DUNDEE
- A review of chlorpromazine hydrochloride.
Brit. Journ.of Anesthesia.
Vol.26, N° 5, pp.357-379, Sept.54.
- 67 ELAM, NEVILLE, SLEATOR, ELAM (I6, II3)
- Sources of error in oximetry
Ann.Surg.I30, 755-773, 1949.
- 68 ELAM, JAMES, SLEATOR, ELAM, WHITE (I6)
- Oxymétric determination of cardiac output in man at rest and mild exertion.
Dédération Proceedings 9, 37, 1950.
- 69 FABRE, ROUGIER (I6, II3)
- Effets de l'anoxie rapide et progressive chez l'homme
C.R. Soc.Biol. I39, 88-90, 1945.
- 70 FAULCONER, LATTEREL
- Tensions of oxygen and ether vapor during use of the semi-open, air-éther method, of anesthesia.
Anesthesiology IO : 247-259, May.1949.
- 71 FAULCONER
- Analysis of gases in blood with the mass spectrometer I. : Introduction.
Anesthesiology - vol.I4, N° 4, pp.405, July 1953, et revues suivantes.

- 72 FERRARO, MORRISON (I6, II3)
- Experimental study of the lesions of the nervous system in acute and chronic stages.

Psychiatric Quart.2, 506, 1928.
- 73 FLETCHER (I6)
- Personality desintegration incident to anoxia : observations with nitrous oxide anesthesia.

Journal of nervous and mental diseases, 102, 392, 1945.
- 74 FORSTER, FORSTER, MAIER, BLUM
- Anesthésie potentialisée en chirurgie thoracique.

An.Analgésie, T.9, N° 2, Juin 1952, pp.250-260.
- 75 FOWLER, COMROE (I6)
- Lung-function Studies I : The rate of increase of arteriel oxygen saturation during inhalation of 100 % oxygen.

Federation Proceedings 6, 104, 1947.
- 76 FUHRMAN, CRISMON
- Hypothermia on rate of oxygen consumption, and Glycogen content of liver, and on blood glucose, Influence of acute.

Am.J.of.Physiology, 149 : 552, Juin 1947.
- 77 GERACI, MONTGOMERY, DRY, WOOD
- Etude de la saturation artérielle en O2 chez des patients suspects d'hypoxhémie artérielle, faite à l'aide d'un oxymètre modifié.

Acta cardiologia, Suppl.III, pp.125-126, 1948, Fed.Proc.7, 41, 1948.
- 78 GIAJA, VOJEN-POPOVIC
- Sur les modifications de l'intensité des échanges de l'organisme refroidi.

Séance Académie des Sciences 27/4/1953.
- 79 GILDER, MORRISON (II3)
- The effects of anemia on the cerebral cortex on the cat.

Arch.of Neurol.et Psychiat.23, 876, 1930.
- 80 GIIMORE, KOPELMAN, Mc.MICHAEL, MILNE
- L'action du bromure d'hexaméthonium sur le débit cardiaque et la circulation pulmonaire.
Lancet 6741, 263, pp.898-902, 8/II/1952.

- 81 GODFREY, LINCOLN, POND, WOOD
- The MILLIKAN oximeter in the recognition and treatment of anoxemia in clinical médecine.
Am.J.M.Sc. 216 : 605-618, Déc.1948.
- 82 GOLDIE (I6I)
- A device for the continuons indication of oxygen saturation of circulating Blood in man.
J.Scient.Instruments, 19, 23-25, 1942.
- 83 GOSSET
- Observations tirées de l'étude du tracé respiratoire enregistré au cours de diverses anesthésies.
Mem.Acad.Chir.,T. 76,N° 6/7, pp.241. 1950.
- 84 GULLICKSON, ELAM, HAMMOND, PAINE, VARCO
- Oxygenation studies in congenital pulmonary stenosis : an application of recording oximeter in the evaluation of cardio-respiratory function.
Am.Heart. J.35, 940, 1948.
- 85 HALL F.G. (I6I)
- A spectrophotometric method for the determination of oxygen saturation in whole blood.
J.biol.Chem. 130, 573, 1939.
- 86 HARTMAN F.W., Mc CLURE
- Further anesthesia studies with photoelectric oxyhémoglobinograph.
Ann.Surg.112, 791, 1940.
- 87 HARTMAN, BEHRMANN, CHAPMAN (I6, I6I)
- A photoelectric oxyhémograph - A continuous method for measuring the oxygen saturation of the blood.
American Journal of Clin.Pathology - 18, 1-13, 1948.
- 88 HEMINGWAY, TAYLOR (I6I)
- Laboratory tests of the oxymeter with automatic compensation for vasomotor changes.
J.Lab.Clin.med.29, 987, 1944.
- 89 HORECKER (I6I)
- The absorption spectra of hemoglobin and its derivatives in the visible and near infra-red Regions.
J.Biol.Chem.148 : 173-183, 1943.

- 90 HORVATH, DILL, CORWIN (I6)
- Effects on man of severe oxygen lack.
Am.J.Physiol.I38, 659, I943.
- 91 HUGUENARD
- Neuroplégie et réfrigération (hibernation artificielle)
Revue Générale du Froid, N° IO, pp.94I-947, Oct.I953.
- 92 HUGUENARD
- Mise au point sur l'hibernation artificielle.
Cahiers d'Anesthésiologie. T.I, N° 6, pp.9-32, I953.
- 93 JOHSON, STEPHEN, SEKELEY
- Clinical use of the oxymeter.
Canad.M.Ass. J., 63, 552, I950.
- 94 JONXIS (I6I)
- The determination of oxygen saturation in small amounts of blood by means of the Pulfrich step photometer.
Acta Med.Scand. 94, 467, I938.
- 95 JONXIS (J.H.P.) Groningen
- Quelques résultats de l'enregistrement de la saturation oxyhémoglobinée du sang artériel chez les nouveau-nés.
Sem.hôp. I, pp.E 25 - E 27, I953.
- 96 KNUTSON, TAYLOR, ELLIS, WOOD
- Studies on circulation time with the aid of the oxymeter.
Proc.Staff Meet.Mayo Clinic, 25, 405-4I2, I950 (July) in An.Analgesie, T 8, N° 3 pp.55I-552,Sept.I95I.
- 97 KRAMER, KURT (I6I)
- Bestimmung des Sauerstoffgehaltes und der Hämoglobinkonzentration in Hämoglobinlösungen und hämolysiertem Blut auf lichtelektrischem Wege.
Ztschr.f.Biol. 95 : I26-I34, I934.
- 98 KRAMER, KURT (I6I)
- Ein verfahren zur fortlaufenden Messung des Sauerstoffgehaltes in strömenden Blute an uneröffneten Gefässen ; in Abderhalden, Emil : Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, vol.5, pt 8, Berlin, I928-I935, Urban et Schwarzenberg, pp.I085-III2.

- 99 KRAMER, KURT, ELAM, JAMES, SAXTON, GEORGE, ELAM (I6)
- Spectrophotometric studies on whole blood in the red and near infrared regions.
Am.J. Physiol. I59, 576, 1949.
- I00 LABORIT
- Presse Médicale, T.59, N° 64, pp.I329, 1951.
- I01 LABORIT
- Réaction organique à l'agression et choc.
Masson & Cie, PARIS, 1952.
- I02 LABORIT
- Presse Médicale T 60, N° 10, pp.206-208, 1952.
- I03 LAMBERT
- Comparison of the physiologic effects of positive acceleration on a human centrifuge and in an airplane.
J.Aviation Med.20, 308, 1949.
- I04 LATTERELL
- Oxygen and carbon dioxide content of arterial blood before and during spinal analgesia.
Anesthesiology 10 : 677-689, Nov. 1949.
- I05 LATTERELL, LUNDY
- Contenu du sang artériel en O₂, en acide carbonique, avant et pendant l'anesthésie rachidienne.
Anesthesiology 11, Nov. 1950.
- I06 LOB
- Contrôle oxymétrique du déficit d'oxygène.
Schweiz.med.Woch, 80 : 23, 10/6/1950.
- I07 LOB, MIEVILLE, JEQUIER-DOGE
- Le contrôle continu de la saturation en oxygène du sang artériel (oxymétrie) pendant la spirométrie au repos et à l'effort.
Helvet.med.Acta I7, 511, 1950.
- I08 LUCAS (I6, II3)
- Anoxia and central nervous system. Experimental and clinical study.
Thorax, 1, 128-142, 1946.

- I09 MAC CLURE, BEHMANN, HARTMAN (I6, II3)
- The control of anoxemia during surgical anesthesia with the aid of oxyhemograph.
Ann.Surg.I28, 4, 685-707, 1948.
- II0 MAC CLURE, HARMAN, SCHNEDORF, SCHELLING (I6)
- Anoxia - A source of possible complications in surgical anesthesia.
Annals of surgery, II0, 835, 1939.
- III Mc DOWELL
- Asphyxie and the electrolyte balance.
Proc.roy.Soc.méd.45 : 747 (Nov.)
- II2 MALLET-GUY, BLONDET, BERBEN (I6, II3)
- Syndromes diencéphaliques post-opératoires en chirurgie générale.
Lyon Chirurgical, 46, 185-193, 1951.
- II3 MALLET-GUY, DESCOTES, DESJACQUES, Mlle MORIN
- Oxymétrie per-opératoire.
- L'anoxie inapparente, facteur éventuel de complications diencéphaliques.
Lyon Chirurgical 1951, T.46, N° 8, pp.949-957.
- II4 MALLET-GUY, Mme SEFFERT, DESCOTES, DESJACQUES
- Contrôle oxymétrique de l'anesthésie générale.
Mem.Acad.Chirurgie, T 80, pp.55-61, 1954.
- II5 MATTHES
- Untersuchungen über den Gasaustausch in der menschlichen Lunge. I Mitteilung Sauerstoffgehalt und Sauerstoffspannung im Arterienblut und im venösen Mischblut des Menschen.
Arch.f.exp.Path.u.Pharmakol., 181, 680, 1936.
- II6 MATTHES (I6I)
- Untersuchungen über die Sauerstoffsättigung des menschlichen Arterienblutes.
Arch.f.exper.Path.u.Pharmakol.I79 : 698-711, 1935.
- II7 MATTHES, GROSS (I6I)
- Zur methode der fortlaufenden Registrierung der Farbe des menschlichen Blutes.
Arch.f.exper.Path.u.Pharmakol. 191 : 523-528, 1939.

- II8 MATTHES, GROSS (I6I)
- Untersuchungen über die Absorption von rotem und ultrarotem Licht durch kohlenoxydgesättigtes, sauerstoffgesättigtes und reduziertes Blut.
Arch.f.exper.Path.u.Pharmakol.I9I : 369-380, 1939.
- II9 MATTHES, GROSS (I6I)
- Ueber den Nachweis von Methämoglobin und Cyanmethämoglobin in strömenden Blut.
Arch.f.exper.Path.u.Pharmakol. I9I : 706-714, 1939.
- I20 MATTHES, GROSS (I6I)
- Fortlaufende Registrierung der Lichtabsorption des Blutes in zwei verschiedenen Spektralbezirken.
Arch.f.exper.Path.u.Pharmakol.I9I : 381-390, 1939.
- I21 MICHON, Mme LOCHARD, PICARD, DELFOURD
- Mesures oxymétriques au cours de l'électrochoc.
P.M. T 59, N° 57, pp.II68, Sept.I95I.
- I22 MIGUEL MARTINEZ (J)
- Echanges et équilibre gazeux sous anesthésie et sous hibernation.

Réunion médico-chirurgicale internationale de Turin (29/5-6/6/54) - Ecoles Toulousaine et Marseillaise d'Anesthésiologie.
- I23 MILLAR
- Some aspects of hypothermia and autonomic block.

Brit.J.of Anaesthesia. Vol.26, N° 5, pp.380-388, Sept.I954.
- I24 MILLIKAN (I9, I6I, II3, I6)
- The oximeter, an instrument for measuring continuously the oxygen saturation of arterial blood in man.

The Rev.of Scient.instruments.I942, T I3, 434-444.
- I25 MONTGOMERY, GERACI, PARKER, WOOD (I6I)
- Arterial oxygen saturation in Cyanotic types of congenital Heart Disease.

Proc.Staff Meet.Mayo Clinic. 23 : 8, I69, April I948.
- I26 MONTGOMERY, GERACI, WOOD (I6I, I6)
- Calibration of the Millikan compensated oximeter as used among white and colored persons.

Federation Proc.7 : 81-82, I948.

- I27 MORRISON (II3, I6)
- Histopathologic effect of blood deficiency on control nervous system.

Arch.Neurol.et Psychiatric. 55, 1, 34, 1946.
- I28 MOULONGUET
- Cours pour la préparation au Certificat d'études spéciales d'Anesthésiologie.

ARNETTE, PARIS, 1954.
- I29 NAHAS, MORGAN, WOOD
- Arterial blood in men breathing high concentrations of oxygen - Oxygen dissociation curve of.

Journal of Appl.Physiology. 5 : I69, Oct.1952.
- I30 NAIR DE AZEVEDO
- A propos de l'anesthésie générale en chirurgie à thorax ouvert.

An.Analgésie, T 8, N° 4 pp.706-716, Déc.1951.
- I31 NOLI
- Usage de l'oxyhémomètre IFRAS modèle N° 2, chez les individus de race noire.

Ras.Ital.Chir.et Méd.1, N° 1, Oct.1952.
- I32 NOSWORTHY
- Anaesthesia for thoracic (excluding cardiac) operations.

Anaesthesia, vol.6, N° 4, pp.211-220, Oct.51.
- I33 OPITZ (Goettingen), LUCAS (Londres), BARTELE (Goettingen)
RODEWALD (Hambourg), BOERE (Leyden), FREY (Heidelberg),
CHOTT (Vienne)
- IIème Congrès de la Société Autrichienne d'Anesthésiologie (I7-I9/5/1953)
- Anoxie et Anesthésie (rapports et discussions)
- I34 PASK (II3)
- Anoxia in anesthesia

Arm.Roy.Coll.Surgeons England, 2, 24, 33, 1948.
- I35 PENNEGS, CAROLINE (II3, I6)
- Oximeter control of arterial oxygen saturation in anoxemia studies.

Bull.John Hopkins Hospital 82, 1948, 370-378
and THOMAS - id. pp.470.

I36 PERUZZO, FORNI

- Action de la chlorpromazine sur la respiration des tissus (consommation en O₂)

P.M.I953, T 6I, N° 72 pp.I463.

I37 PRIME

- Volumetric determination of ether or cyclopropane, carbon dioxide, nitrous oxide and oxygen in Anaesthetic mixtures.

Brit. J.of.Anaesthesia, Vol.22, N° 3, pp.I62-I70, July I950.

I38 RILEY, PROEMMEL, FRANK (I5I)

- Direct method for determination of oxygen and carbon dioxide tensions in blood.

J.Biol.Chem.I6I, 62I, I945.

I39 RITSEMA VAN ECK

- Oxymetry with the haemo reflector and the cyclops.

An.Analgesie, T 8, N° 4, pp.69I-695, Déc.I95I.

I40 ROOS, GABBARD (I6)

- Impairment of alveolar ventilation during anesthesia in man.

Dédération Proceedings, IO, III, I95I.

I4I SALAMANCA, ONATE PRENDERGAST (I6, II3)

- Early signs of anoxia during anesthesia in surgery.

Medicina, I8, I93-I98, I950.

I42 SCHIAVINA, LEVI

- La misurazione della saturazione ossiemoglobinica nelle affezioni polmonari.

Arch.Sc.med. 90, 448, I950.

I43 SEEVERS (26)

- I944 - New York State Journ.of Med.597.

I44 SILDON, FAULCONER, COURTIN, PINO (I6, II3)

- Post-anesthetic encephalopathy postulation of cerebral edema and basis for rational treatment.

- Proc.Staff.Meet Mayo Clinic's 24, 370-374, I949.

I45 SLEATOR, WILLIAM, ELAM, JAMES, KILLIAN, ELAM (I6)

- Comparison of transmission spectra of blood in the human ear flushed by histamine with those obtained after flushing.

Federation.Proceedings 8, I47, I949.

- I46 STEPHEN, SLATER, JOHNSON, SEKELEY (II3, I6)
- The oximeter, a technical aid for anesthesiologist.
Anesthesiology, I2, 541-547-555, I95I.
- I47 STEPHEN
- Technics in Pediatric Anesthesia - The non rebreathing method.
Anesthesiology, vol.I3, N° 1, pp.77-85, Janv.I952.
- I48 STUCK (I6, II3)
- Cerebral anoxia
Rocky Mountain M.J., 47, 273-275, I950.
- I49 SWARTZ, ADRIANI, MIH
- Semi closed inhalers : studies of oxygen and carbon dioxide tensions during various conditions of use.
Anesthesiology, Vol.I4, N° 5, pp.437-448, Sept.I953.
- I50 THOMAS, de VERNEJOU, METRAS, BLANC
THOMAS, VAYSSE, BINET, OECONOMOS, BLANC, PERRIN-MADIER,
Rapport de M.F.d'ALLAINES
- Premiers résultats expérimentaux obtenus avec le coeur-poumon artificiel.
Mem.Acad.Chirurgie 78, I7, pp.489-498, pp.502-506,
2I/5/I952.
- I5I TULOU, TULOU-LEAKE
- L'exploration fonctionnelle de la respiration -
Ses champs d'action - Son application en sanatorium.
Sem.hôp.9, pp.485-489, I954.
- I52 TULOU-LEAKE, P.BOYE
- Mesure continue de la saturation d'O2 par l'oxymètre de Wood en chirurgie thoracique.
Sem.hôp.9, pp.490-494, I954.
- I53 VAN SLYKE, NEILL (I6)
- Détermination of gases in blood and other solutions by vacuum extraction and manometric measurement
J.Biol.Chem.6I, 523, I924.
- I54 VEEGER, VEGTER, ORIE
- So-called oxygen intoxication.
Acta Anesthesiologica Belgica, N° 1, Juillet I953,
pp.30-4I.
(Suppl.à Act.Chir.N° 5, Mai I953).

- I55 WADE, BISHOP, CUMMING, DONALD
- A method for the rapid estimation of the percentage oxygen saturation and oxygen content of blood (8 références).

Brit.Méd.J.902 (24/10/1953)
- I56 WEXLER, WHITEBERGER
- An objective method for determining circulation time from pulmonary to systemic capillaries by the use of the oxymeter.

J.Clin.Investigation, 25, 447, 1946.
- I57 WOOD, GERACI (16)
- Photoelectric determination of arterial oxygen saturation in man.

- Symposium on Military Physiology National Military Establishment Research and Development Board, Digest Series 4, 175, 1947.
- I58 WOOD and al.
- The application of an oximeter for whole blood to diagnostic cardiac catheterization.

Proc.Staff.Meet, Mayo Clinic, 23 : 601-609, 1948.
- I59 WOOD, EARL, Miss CRONIN (16)
- Normal oxygen saturation of human arterial blood during inhalation of air and oxygen.

Am.J.of Physiol.155, N° 3, 1948.
- I60 WOOD, EARL, KNUTSON, JULIAN, TAYLOR, BOWEN (16)
- A comparison of oximetric measurements on histaminized and heat flushed ears.

Am.J.of.Physiol.159, 597, 1949.
- I61 WOOD, GERACI, NEHER, CRONIN
- Photo electric determination of arterial oxygen saturation in man.

Journ.of Laboratory and Clinical Medicine, vol.34, 1949, pp.387-401.
- I62 WOOD, TAYLOR, KNUTSON
- Evaluation of the measurement of circulation time, arterial saturation time and mixed venous blood by an ear oxymeter.

Amer.Heart Assoc.XXII.Scientific Sessions, 57, 1949.

- I63 WOOD, TAYLOR, KNUTSON (I6)
- Oxymetric measurement of circulation and arterial saturation time during oxygen breathing in man.
Fédération Proceedings 8, I7I, I949.
- I64 WOOD
- A single scale absolute reading ear oximeter.
Am.J.Physiol.I59 : 597, Déc.I949.
- I65 WOOD (II3)
- Normal oxygen saturation of arterial blood during inhalation of air and oxygen.
J.applied Physiol.1. 567-574, I949.
- I66 WOOD and al.
- Symposium on oxymetry
Proc.Staff.meet., Mayo Clinic, 5/7/I950, pp.377-4I5.
- I67 WOOD
- A single scale absolute reading Ear oximeter.
Proc.Staff.Meet.,Mayo Clinic, 25, 384-392, I950 ;
in An.Analgesie T 8, N° 3 pp.55I, Sept.I95I.
- I68 WULLEMAN
- Etude expérimentale par le test au CO2 de l'action dépressive des thiobarbituriques sur l'excitation des centres respiratoires.
Thèse Médecine Lille I953.
- I69 YUDIN
- Refrigeration Anesthesia for amputations.
Curr.Res.in An.and Analg.
vol.24, N° 5, pp.2I6-2I9, I945.
vol.24, N° 6, pp.252-255, I945.
- I70 ZIJLSTRA (W.G.)
- Fondements et applications de l'oxymétrie clinique.
Editions VAN GORCUM et COMP.
ASSEN HOLLANDE.

BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE

- I71 BRINKMAN, WILDSCHUT (I6I)
- A clinical Method for Rapid and Accurate Détermination of oxygen Saturation in Small Amounts of Blood.
Acta med.Scandinav. 94 : 459-466, 1938.
- I72 DRABKIN, AUSTIN (I6I)
- Spectrophotometric Studies. V. A Technique for the Analysis of Undiluted Blood and Concentrated Hemoglobin Solutions.
J.Biol.Chem.112 : 105-115, 1935.
- I73 DRABKIN, SCHMIDT (I6I)
- Spectrophotometric Studies. XII. Observation of Circulating Blood in Vivo, and the Direct Determination of the Saturation of Hemoglobin in Arterial Blood.
J.Biol.Chem.157 : 69-83, 1945.
- I74 LOWRY, SMITH, COHEN (I6I)
- Microcolorimetric Method for Measuring Oxygen Saturation of Blood.
J.Biol.Chem.146 : 519-526, 1942.
- I75 MATTHES (I6I)
- Ueber den Einfluss der Atmung auf die Sauerstoffsättigung des Arterienblutes.
Arch.f.exper.Path.u.Pharmakol. 176 : 683-696, 1934.
- I76 ROUGHTON, DARLING, ROOT (I6I)
- Factors Affecting Determination of Oxygen Capacity, Content and Pressure in Human Arterial Blood.
Am.J.Physiol.142 : 708-720, 1944.
- I77 SENDROY, JULIUS, DILLON, VAN SLYKE (I6I)
- Studies of Gas and Electrolyte Equilibria in Blood. XIX. The Solubility and Physical State of Uncombined Oxygen in Blood.
J.Biol.Chem.105 : 597-632, 1934.
- I78 SQUIRE (I6I)
- Instrument for Measuring Quantity of Blood and Its Degree of Oxygenation in Web of Hand.
Clin.Sc.4 : 331-339, 1940.

- I79 WOOD, MONTGOMERY, GERACI (I6I)
- A Technique for Obtaining Multiple Arterial Blood Samples Applied to the Study of Cyanosis in Man.
Federation Proc. 7 : I37, I948.
- I80 WOOD (I6I)
- Normal Oxygen Saturation of Arterial Blood During Inhalation of Air and Oxygen.
J.applied Physiology, I949/I950.
- I8I WOOD (I6I)
- Oximetry.
in : Glasser (O.) : Medical Physics,
tome 2, Chicago, The year Book Publishers, I950, pp.664-680.
- nombreuses références non citées dans notre bibliographie.
- I82 ARNOULD, BONFANTE, PETITEVILLE
- Les limites de l'oxymétrie.
Revue médicale de Nancy, T.79,1-15/I0/54, pp.683-700.
- I83 DRABKIN (I82)
- Photometry and spectrophotometry.
in : Glasser (O.) : Medical Physics,
tome 1, Chicago, The year Book Publishers, I944,pp.967-I008.
- nombreuses références non citées dans notre bibliographie.
- I84 LANDIS, HORTENSTINE - (I82)
- Functional significance of venous blood pressure.
Physiol.rev.I950, 30, 1-32.
- I85 NAHAS (I82)
- Spectrophotometric determination of hemoglobin and oxyhemoglobin in whole hemolyzed blood.
Science, I95I, II3, 723-725

P L A N

Pages

Introduction

- Historique et définition de l'oxymétrie 1

Les Oxymètres

- Pulfrich step photometer 5
- Oxyhémomètre de KRAMER 5
- Oxymètre de PAUL 5
- Oxymètre IFRAS N° 2 5
- Oxymètre de BRINKMAN 6
 - Principe, hémoréflexeur, cyclope 6
 - Emploi du cyclope 8
- Oxymètre de MATTHES 11
- Oxymètre de GOLDIE 11
- Oxymètre de MILLIKAN 11
 - Principe (comparé à WOOD) 12
 - Manoeuvre 17
- Oxymètre de WOOD modifié S.A.F.A.S. 36
- Oxymètre de WOOD (double scale) 11
 - Principe 11
 - Caractéristiques techniques { comparés à MILLIKAN) 12
 - Construction de la courbe d'étalonnage 19
 - 1) Technique générale 19
 - 2) Calculs 20
 - 3) Protocole d'établissement de la courbe 24
 - Construction de la courbe d'étalonnage en pratique courante 26
 - A) Technique de WOOD
 - 1) Mesures chimiques par prélèvement artériel 26
 - 2) Administration de mélanges gazeux à teneurs en O₂ différentes 28
 - 3) Causes d'erreurs 29
 - B) Technique simplifiée d'étalonnage 30
 - 1) La cellule photoélectrique 31
 - 2) Etablissement d'une saturation en O₂ connue du sang conservé 31

P L A N (2)

	<u>Pages</u>
- Manoeuvre de l'oxymètre de WOOD modifié S.A.F.A.	36
- Lectures de l'oxymètre de WOOD	40
1) Emploi d'un monogramme à lecture directe	40
2) Echelle modifiée du galvanomètre	40
3) Lecture directe sur un seul galvanomètre	41
- <u>Single scale absolute reading ear oximeter de WOOD</u> (WATERS CONLEY fabricant)	42
- Dual single scale oximeter de WOOD (X-80 A) (WATERS CONLEY fabricant)	42
- <u>Oxymètres enregistreurs</u>	44
- <u>Discussion de l'appareillage</u>	45
- <u>Oxymétrie clinique</u>	47
1) <u>Application</u> de l'oxymétrie	48
2) Etude des courbes oxymétriques en Anesthésio- logie	56
3) Hibernation et chirurgie digestive à thorax ouvert	60
- <u>Conclusion</u>	64

P L A N (3)

Pages

FIGURES

I - Exemple de courbe tracée sur papier millimétrique après étalonnage de l'appareil comme décrit au 3ème et 4ème paragraphes: "emploi du cyclope" (page 8)	10
2 - Pièce d'oreille (ear piece) de l'oxymètre de WOOD	15
3 - Circuit électrique de l'oxymètre de WOOD (double scale)	18
4 - Courbe d'étalonnage de l'oxymètre de WOOD	23
5 - Schéma du dispositif utilisé pour établir d'une manière simplifiée une courbe d'étalonnage spécifique d'un appareil de WOOD	32
6 - Schéma pour aider à l'emploi de l'oxymètre de WOOD modifié S.A.F.A.S.	37
7 - Oximeter scale (WATERS CONLEY)	43

<u>BIBLIOGRAPHIE</u> (170 références)	66
<u>BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE</u> (15 références)	86

- PERMIS D'IMPRIMER -

Vu et approuvé :

Le Président de Thèse

P.MOULONGUET

Vu :

Le Doyen de la Faculté de Médecine
de PARIS,

L.BINET

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de PARIS,

J. SARRAILH

11. 11. 11.